



15 MEI 1961

(Vervolg van blz. 224, jrg. 14).

III. 6. Het schrijfwerk.

In het vorige hoofdstuk hebben we gezien op welke wijze een cijfer (getal) werd ingesteld en hoe daardoor de stand van het (de) cijfersegment(en) t.o.v. de schrijfrol werd bepaald.

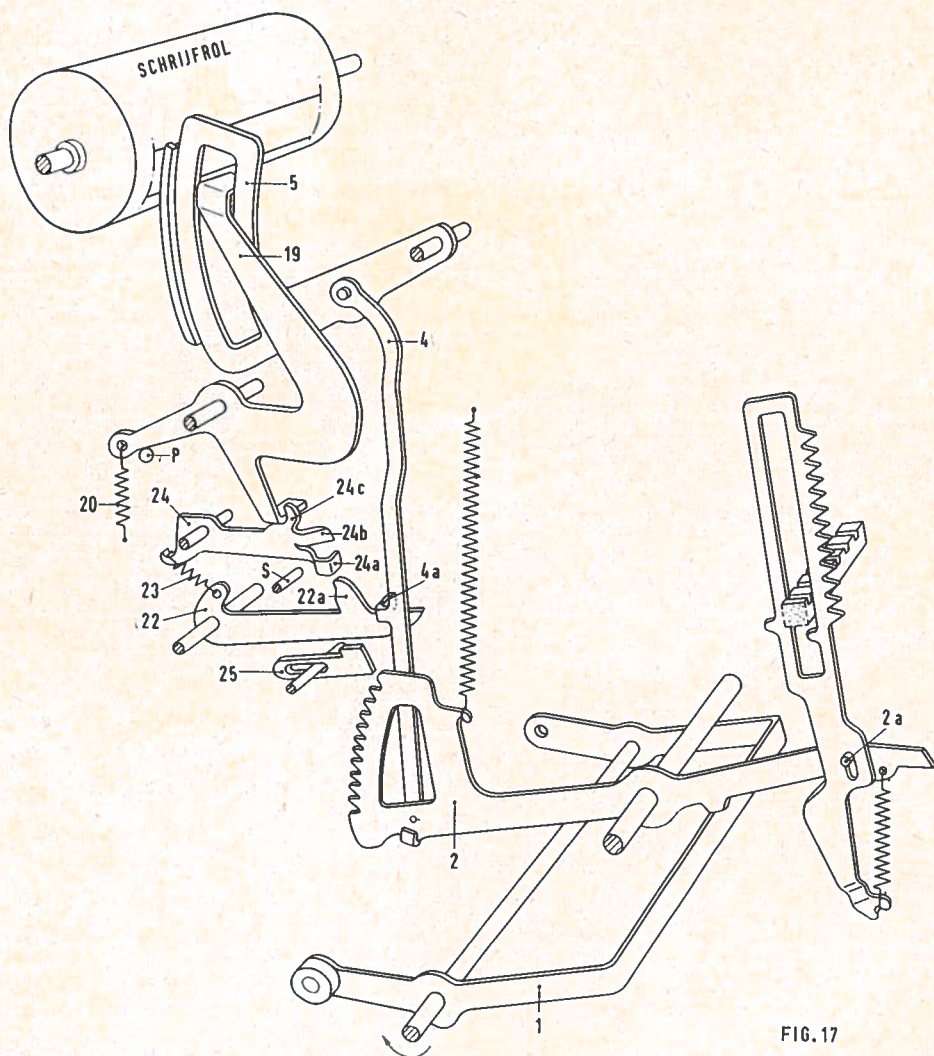


FIG. 17

Hebben deze cijfersegmenten hun plaats bereikt dan dient een afdruk te worden gemaakt op de strook papier, welke zich tussen het segment en de schrijfrol bevindt.

Op welke wijze dit geschiedt zal worden verklaard aan de hand van fig. 17. In deze schematische figuur staat alles getekend in de beginstand.

Aan het begin van de heengaande slag zal hefboom 1 rechtsom gaan draaien om zijn vaste as. Alle instelhefbomen 2 worden in de ruststand door deze hefboom tegengehouden. Gaat hefboom 1 echter draaien dan zullen de instelhefbomen 2, door de spankracht van de veren, ook mee gaan draaien tot ze stuiten op het voor ieder bestemde stuitpunt, zoals dit reeds in hoofdstuk II is beschreven (zie ook fig. 13 op blz. 143 jrg. 14).

De scharnierbare verbindingsstang 4 wordt omhoog gedrukt en dus ook het hiermee verbonden cijfersegment 5; zodra instelhefboom 2 stuit, komt het cijfersegment tot stilstand en staat dan in de verlangde positie tegenover de schrijfrol.

Als hefboom 1 in zijn uiterste stand is gekomen zijn alle instelhefbomen 2 en dus ook de cijfersegmenten op hun plaats gekomen.

Om een zichtbare afdruk te krijgen op het papier, zal het segment 5 met een zekere kracht naar links moeten worden gedrukt, tegen het lint, om op het papier, dat zich tussen lint en schrijfrol bevindt, een afdruk te kunnen maken. Het naar de schrijfrol toebrengen van het segment geschiedt door een zgn. hamer 19, welke draaibaar is om een vaste as. Deze hamer bezit aan de bovenzijde een omgebogen lip, welke in een brede gleuf van het cijfersegment 5 past en wel zodanig, dat het segment er vrij overheen glijdt.

Door de kracht van trekveer 20 zal de hamer steeds de neiging hebben linksom te draaien. Deze beweging wordt echter verhinderd door de hamervrijmaakpal 24, waartegen de haaks omgebogen lip, aan de onderzijde van hamer 19, stuit. Als we dus vrijmaakpal 24 van de omgebogen lip van de hamer aftrekken, dan zal de hamer door de krachtige veer 20 plotseling wel een linksom draaiende beweging krijgen. Door de bovenzijde van de hamer zal dan het cijfersegment naar de rol worden toegebracht en tegen het lint, papier en rol aandrukken en een afdruk geven.

Behalve echter, dat de hamervrijmaakpal 24 van de hamer moet worden afgetrokken dient ook gezorgd te worden, dat het cijfersegment met de hamer mee kan gaan in de richting van de schrijfrol, aangezien de afstand tussen cijfersegment en schrijfrol $\approx 6,5$ mm bedraagt. Hiertoe heeft men de draaipunten van de cijfersegmenten aan de zijde van de schrijfrol open gelaten, zie fig. 18 op blz. 131, jrg. 14.

De draaipunten van de cijfersegmenten zijn verzameld in een U-vormige strip K (zie fig. 11 op blz. 142). De draaipunten 5a aan de cijfersegmenten kunnen nu toch draaien, terwijl naar links een uitwijkmogelijkheid is gelaten. Het lichaam van het cijfersegment kan vrij lopen door de in K aangebrachte gleuven.

Na de instelling van het cijfersegment moet de pal 24 van de hamer worden

afgetrokken. Dit geschiedt op de volgende wijze (zie fig. 6). Bij het rechtsom draaien van instelhefboom 2 zal de verbindingsstang 4 omhoog worden gedrukt. De zich aan deze stang bevindende nok 4a zal dan eveneens omhoog gaan. Deze nok 4a is echter het stuitpunt van de draaibare koppelpal 22. Door het omhoog gaan van nok 4a zal nu koppelpal 22 ook omhoog gaan, daartoe gedwongen door veer 23, totdat hij tegen zijn stuitpunt S stuit. De nok 22a aan pal 22 komt nu te liggen vlak boven de haaks-omgebogen nok 24a aan de hamervrijmaakpal 24. Op het eind van de heengaande slag, als dus het segment op zijn plaats staat en dus ook koppelpal 22, wordt door het drijfwerk aan de as, waaromheen de koppelpallen 22 kunnen draaien, een naar links gaande beweging gegeven (zie foto 4 as 22). De pallen 22 worden dus door de as naar links getrokken. Hierdoor zal nok 22a op de nok 24a lopen en de hamervrijmaakpal een rechtsom draaiende beweging geven; deze pal wordt dus naar beneden getrokken. Nok 24c wordt nu van de hamer afgetrokken. De plotseling vrijkomende hamer draait nu onder invloed van veer 20 krachtig linksom, neemt het cijfersegment 5 mee en het voor de schrijfrol ingestelde cijfer wordt afgedrukt op de papierstrook.

Bij de teruggaande slag van de machine gaat eerst de as met koppelpallen 22 terug naar zijn uitgangspunt, dus naar rechts. Hierdoor komt de naar beneden getrokken vrijmaakpal 24 weer vrij en wordt door veer 23 weer omhoog gebracht. Daarna wordt door een herstelbrug, bij P, tegen de hamers gedrukt en aan deze een rechtsom draaiende beweging gegeven. De omgebogen lip aan de onderzijde van de hamer zal nu over nok 24c van de hamervrijmaakpal lopen en achter deze nok vallen. Tevens worden door de hamer de cijfersegmenten naar rechts gebracht. Nadat is geschied krijgt hefboom 1 een linksom draaiende beweging, waardoor de instelhefbomen 2 naar hun ruststand worden teruggebracht. De nok 4a, aan de naar beneden gaande verbindingsstang 4, zal koppelpal 22 naar beneden drukken, waarna alles in zijn oorspronkelijke stand is teruggekomen.

III. 7. Blokkering van de instelhefbomen.

In hoofdstuk II, bij de beschrijving van het instelwerk, is gezegd, dat vlak voor het einde van de heengaande slag het stoppenwagentje wordt teruggebracht naar zijn ruststand en de instelhefbomen 2 worden geblokkeerd.

Deze blokkering is noodzakelijk, omdat met het teruggaan van het stoppenwagentje ook de stuitpunten voor de instelling van de instelhefbomen 2 weggenomen worden, terwijl het ingesteld getal nog geschreven moet worden, d.w.z. terwijl de instelhefbomen 2 nog op hun ingestelde plaats moeten blijven staan.

Voordat het stoppenwagentje dus weë in zijn ruststand wordt teruggebracht moet worden verhinderd, dat de instelhefbomen 2 doorlopen naar de in uiterste stand staande hefboom 1. Wordt dit niet verhinderd dan gaat de instelling verloren. De blokkering van de instelhefbomen 2 geschiedt op de volgende wijze. De instelhefbomen 2 zijn aan de achterzijde voorzien van een segment met tanden (zie fig. 17 en foto 5).

Tegenover deze tanden staan de blokkeerpallen 25. Als alle instelhefbomen 2

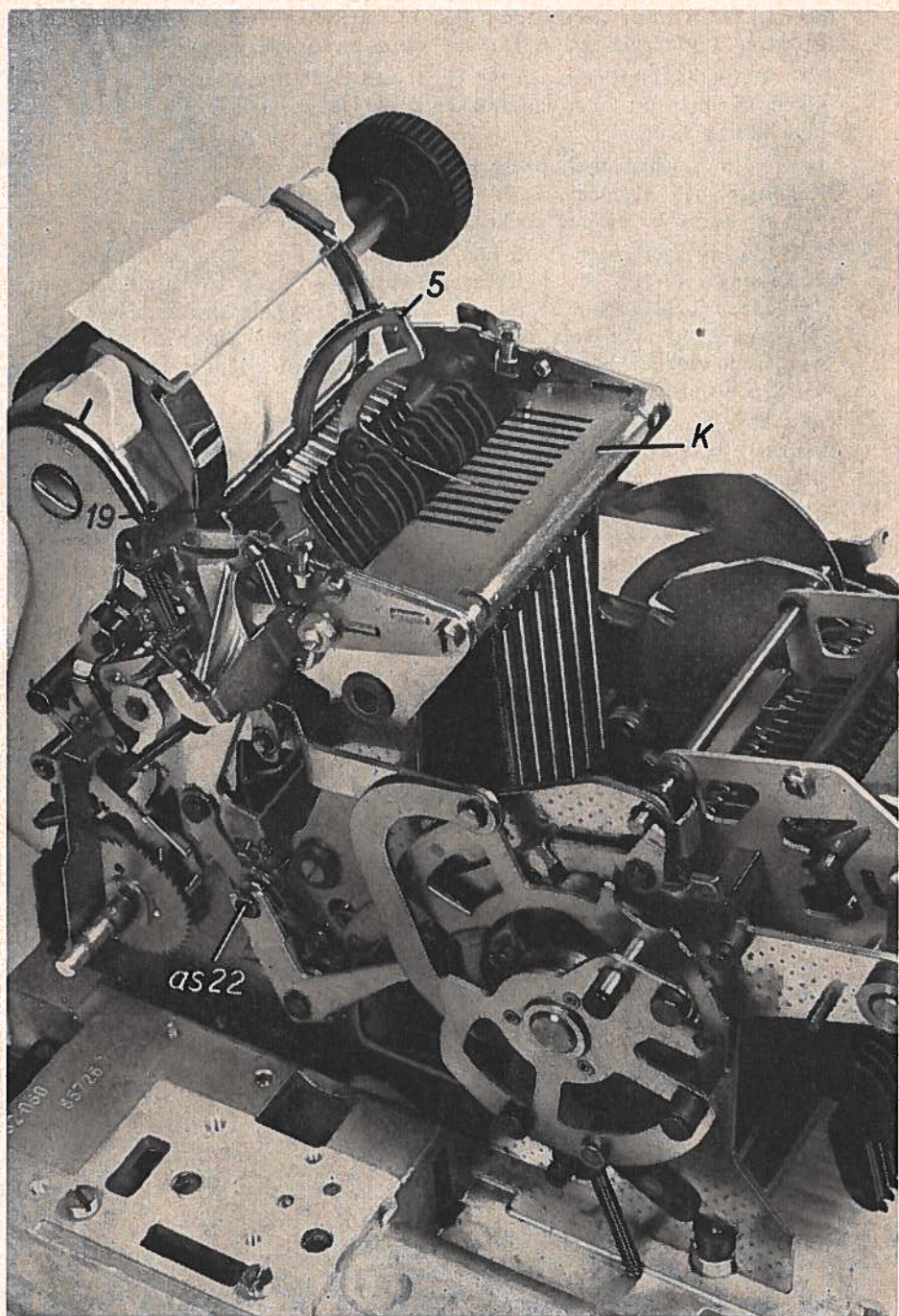


Foto 4

op hun plaats staan worden de pallen 25 in de tanden aan de instelhefbomen gedrukt. Als dit gebeurd is kan het stoppenwagentje worden hersteld.

Als de instelhefbomen 2, aan het begin van de teruggaande slag, weer terugkeren naar hun ruststand, dan drukken zij de blokkeerpallen in hun oorspronkelijke positie terug.

In fig. 18 is schematisch weergegeven op welke wijze de blokkering van de instelhefbomen 2 geschiedt. Bij de heengaande slag draait de aandrijfas 26 met de daarop bevestigde nokkenschijf 27 rechtsom.

Als alle instelhefbomen 2 op hun plaats staan is nok 27a aan nokkenschijf 27 gekomen tot pen 29a, welke aan drukhefboom 29 is bevestigd. Bij verder draaien van nokkenschijf 27 zal nok 27a pen 29a wegdrücken en aan de drukhefboom 29 een linksom draaiende beweging geven. Door deze beweging worden de blokkeerpallen 25 naar rechts gedrukt in de tanden aan de segmenten van de instelhefbomen 2.

Als dit gebeurd is kan het stoppenwagentje worden hersteld. De instelhefbomen 2 oefenen echter een behoorlijke druk uit op de stuitpunten van het stoppenwagentje. Men zou de stuitpunten als het ware onder de instelhefbomen vandaan moeten trekken. Omdat hierdoor onnodig veel slijtage zou ontstaan en de kracht om het wagentje te herstellen groter zou moeten zijn dan nood-

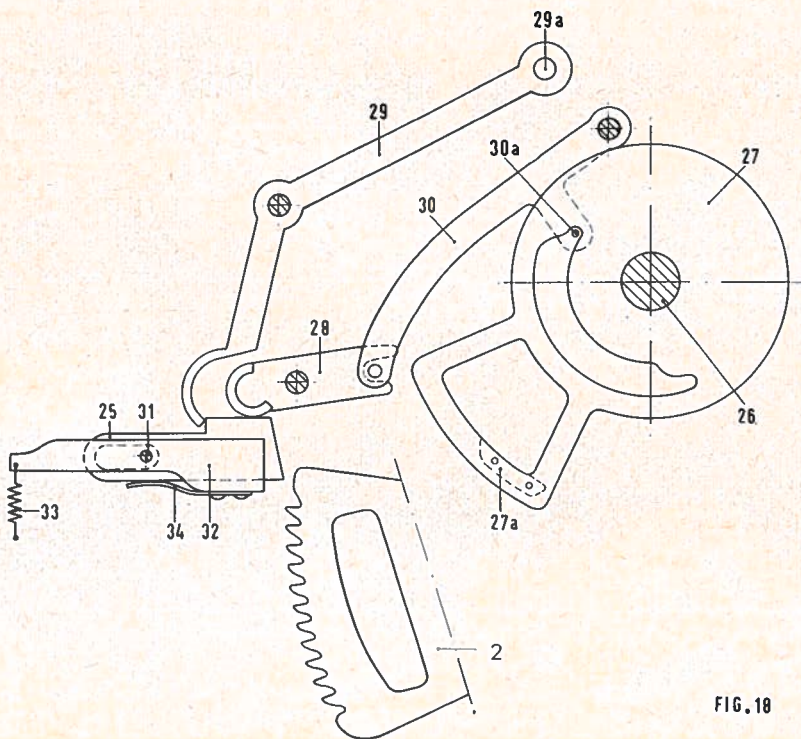


FIG. 18

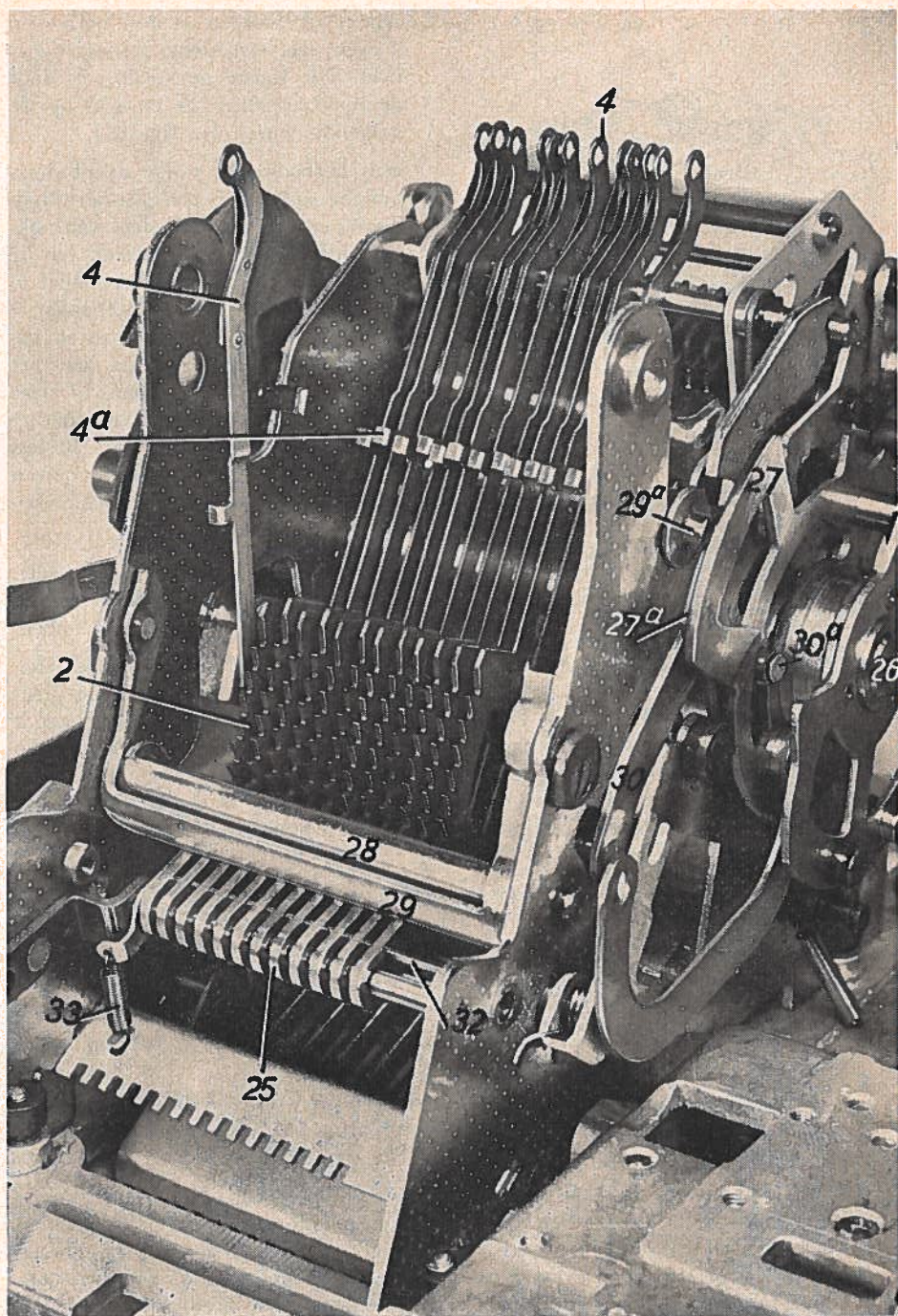


Foto 5

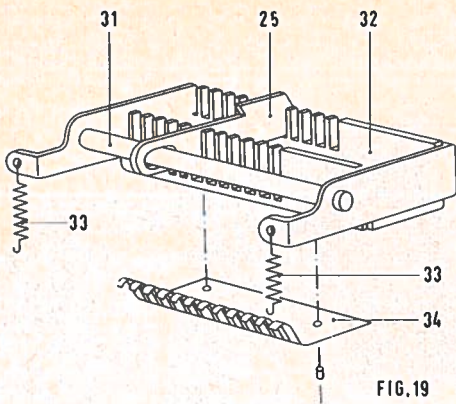


FIG. 19

zakelijk is, worden de instelhefbomen 2 even over een kleine afstand opgelicht. Dit laatste geschiedt ook door de blokkeerballen 25 en wel op de volgende wijze (zie fig. 18).

Aan hefboom 30, welke draaibaar is om een vaste as, is pen 30a bevestigd. Deze pen loopt in een gleuf van nokkenschijf 27. Als aan het eind van de heengaande slag de blokkeerballen in de tanden van de instelhefbomen 2 staan, is de nokkenschijf zover gedraaid, dat pen 30a bijna aan het andere einde van de gleuf in deze schijf staat. Door de vormverandering van deze gleuf zal hefboom 30 iets worden opgelicht. De op het einde van

hefboom 30 ingrijpende brug 28 krijgt hierdoor een linksom draaiende beweging.

Hierdoor worden de blokkeerballen 25 over een kleine afstand naar beneden gedrukt. De instelhefbomen 2 gaan mee en dit heeft tot gevolg, dat de punten aan de andere zijde van de instelhefbomen iets omhoog komen.

Om de blokkeerballen 25 op hun plaats te houden en makkelijk te laten draaien om de vaste as 31, zijn ze gemonteerd in een brug, welke van gleuven is voorzien. Zie fig. 19. Deze brug 32 draait eveneens om as 31 en wordt door veer 32 steeds weer op zijn plaats teruggebracht. Omdat de blokkeerballen vrij in de gleuven van brug 32 en over as 31 moeten kunnen glijden en anderszins toch op hun plaats gehouden moeten worden, is een bladveertje 34 aangebracht, wat de blokkeerballen op hun plaats houdt. E.e.a. is in fig. 19 afzonderlijk weergegeven.

Als de hamers hun werk hebben gedaan worden de instelhefbomen 2 en daarmee dus ook de tandsegmenten naar hun beginstand teruggebracht. Door de tanden aan het tandsegment wordt de blokkeerpal 25 weer in zijn beginstand teruggeduwd. Hefboom 29 verhindert dit niet, aangezien pen 29a aan deze hefboom dan reeds van nok 27a op nokkenschijf 27 is afgelopen.

Op het eind van de slag wordt pen 30a aan hefboom 30 weer gedwongen naar de andere zijde (binnenzijde) van de gleuf te gaan. Hierdoor zal de drukhefboom 28 een weinig rechtsom draaien en wordt de druk op de blokkeerballen opgeheven. Veer 33 brengt nu brug 32, met de daarin liggende blokkeerballen 25, naar zijn oorspronkelijke stand terug.

Foto 5 toont enkele details zoals ze in werkelijkheid zijn. De nummering op de foto is gelijk aan die van de figuren. Opgemerkt zij, dat de tandsegmenten met de daaraan verbonden verbindingstangen 4, in hun hoogste stand staan (stand voor de negen). De blokkeerballen 25 staan in blokkeerpositie. Op foto 5 staat nl. de machine bijna aan het eind van de heengaande slag. Dit

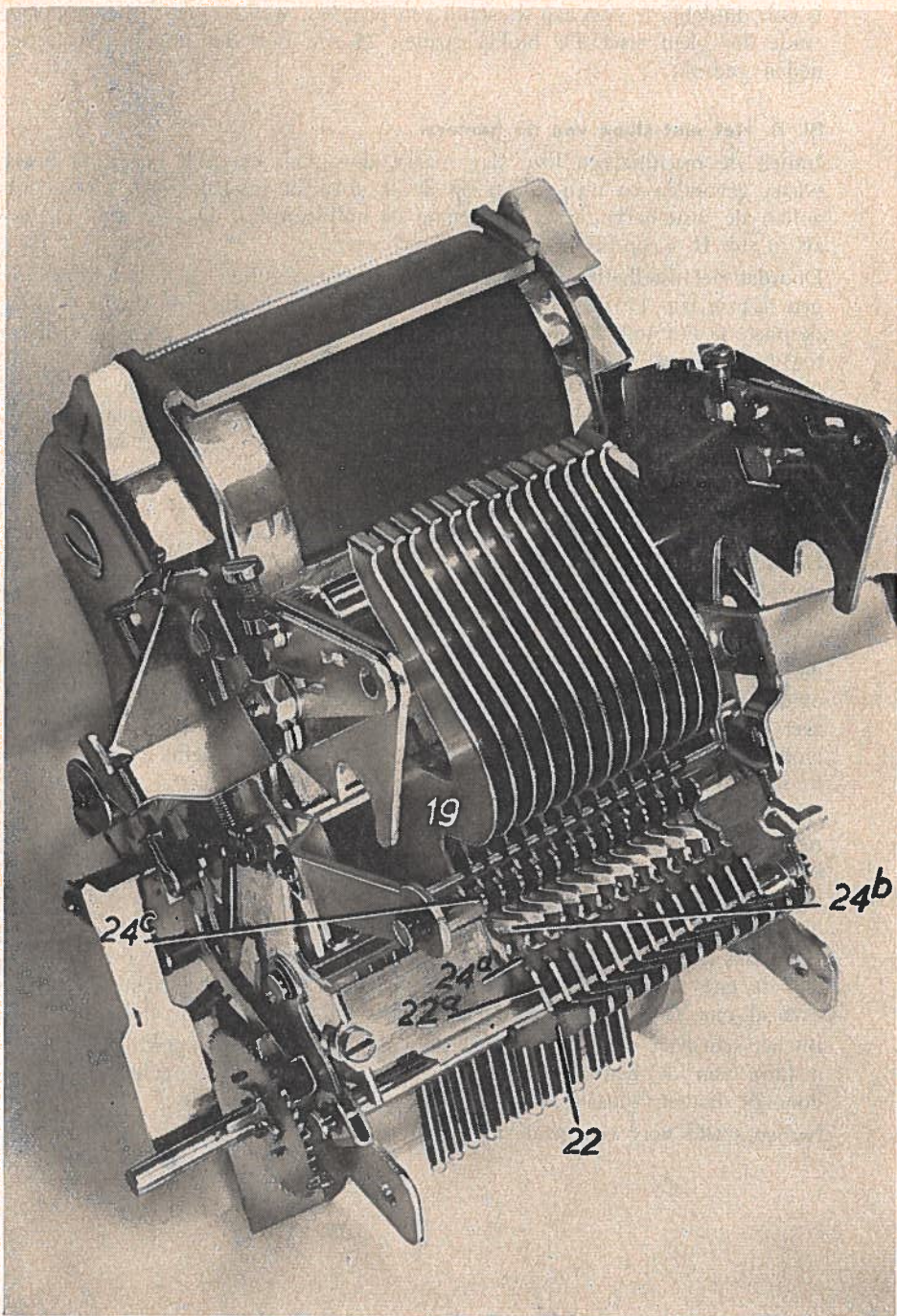


Foto 6

is ook duidelijk te zien aan de stand van pen 30a, welke bijna in het onderste einde der gleuf staat. De blokkeerpallen 25 zijn hier dus nog niet naar beneden gedrukt.

III. 8. Het niet slaan van de hamers.

Indien de machine een loze slag maakt, d.w.z. als er geen instelling heeft plaats gevonden en men alleen op de + toets of inschakeltoets drukt, dan zullen de instelhefbomen 2 stuiten op de hulpstuitplaat D (zie foto 1), zoals in sub II. 4. op blz. 8 jrg. 14 is beschreven.

Doordat de instelhefbomen op deze plaats stuiten zullen de verbindingstangen 4 (zie fig. 17) niet voldoende omhoog gaan om de koppelpallen 22 in de juiste positie te brengen om hierna de hamervrijmaakpallen 24 te kunnen laten functioneren. Hierdoor zullen bij het naar links gaan van de koppelpallen 22, de nokken 22a niet over maar onder de nokken 24a van de hamervrijmaakpallen doorlopen. De pallen 24 worden nu niet meegenomen, en van de hamer getrokken, zodat de hamers niet worden vrijgemaakt en geen afdruk wordt gegeven.

III. 9. Het schrijven van de nullen in een getal.

Uit sub III.3. is gebleken, dat indien de instelhefboom stuit op de hulpstuitplaat D de desbetreffende hamer niet wordt vrijgemaakt. De stuitpunten voor de nulinstelling liggen echter op dezelfde hoogte als de bovenzijde van deze hulpstuitplaat. Hieruit zou men kunnen opmaken, dat indien men zonder meer één of meer nullen aanslaat, deze niet zullen worden geschreven, omdat — evenmin als bij de loze slag — de hamers worden vrijgemaakt. In zeer vele getallen komen echter wel één of meer nullen voor en deze nullen moeten wel geschreven kunnen worden. Het moet dus mogelijk zijn de nullen te schrijven, welke in een ingesteld getal voorkomen.

Dit is mogelijk gemaakt, doordat men de hamervrijmaakpal 24 van een, naar rechts omgebogen, lip heeft voorzien. Deze lip 24b (zie fig 17 en foto 6) komt te liggen op nok 24a van de hamervrijmaakpal der volgende lagere decimale positie. D.w.z. op nok 24a van de rechts naastliggende hamervrijmaakpal 24 (zie 24b in fig. 17 en foto 6).

Van links naar rechts, dus van de hogere naar de lagere decimale positie, neemt dus de ene vrijmaakpal de volgende mee in zijn bewegingsrichting, indien deze al niet reeds is meegenomen door de bijbehorende koppelpal 22.

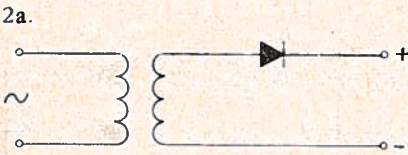
Bij het schrijven van een nul, welke voorkomt in een getal geschiedt de vrijmaking van de hamer dus niet door de bijbehorende koppelpal 22 maar door de hamervrijmaakpal van een hogere decimale positie.

Nullen welke voor een getal zijn ingesteld worden dus niet geschreven.

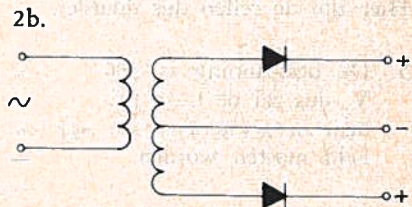
(wordt vervolgd).



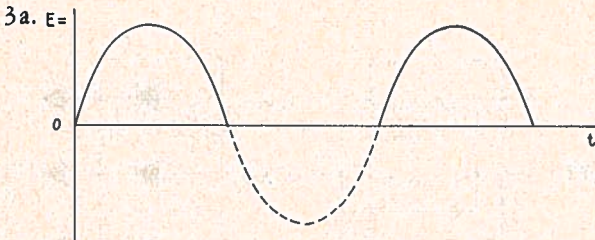
1. a. Door middel van een omvormer. Dit is een indirecte methode, waarbij een motor aangesloten op wissel- of draaistroom draait en een gelijkstroomdynamo aandrijft.
- b. Door middel van een buisgelijkrichter.
- c. Door gebruik te maken van een metaalgelijkrichter: deze laatste methode wordt wel het meest gebruikt.



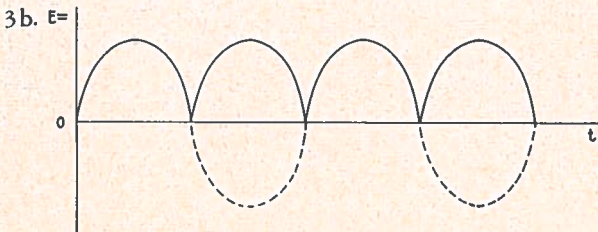
JÉÉN FAZE



TWEE FAZEN



$E = f(t)$
ÉÉÉN FAZE - GELUKRICHTING

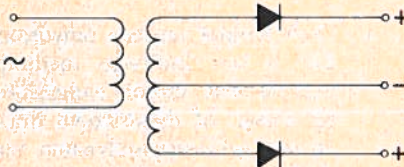


$E = f(t)$
TWEE FAZEN - GELUKRICHTING

4.

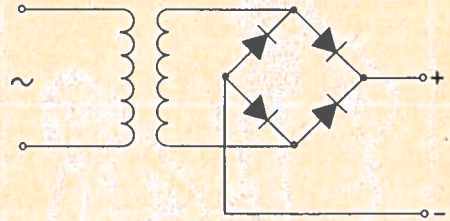
SCHEMA

A



TWEE FAZEN - GELUKRICHTING

B



TWEE FAZEN - GELUKRICHTING
IN GRAETZSCHAKELING

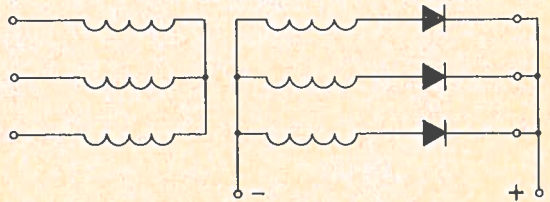
Constructie.

Bij A heeft de trafo, wanneer de gelijkrichters dezelfde spanning en stroom afgeven, twee maal zoveel windingen als bij B.

Met andere woorden de trafo is duurder.

Bij B heeft de gelijkrichter twee maal zoveel gelijkrichtplaten (cellen) als bij A. Hier zijn de cellen dus duurder.

5. De netspanning is 380 V, dus zal de trafo primair in λ (ster) geschakeld moeten worden.

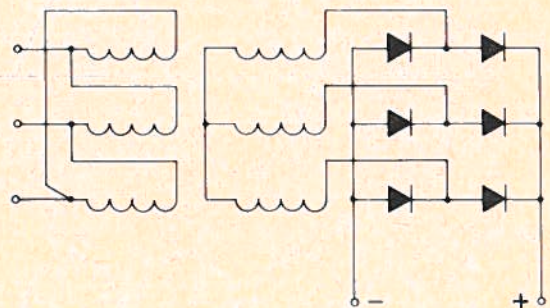


6. Neen, want waar zou de min (-) aangesloten moeten worden?

Rectificatie:

Het woord *secundair* vóór het woord *ook* is in opgave 6 (aprilnummer) weggevallen.

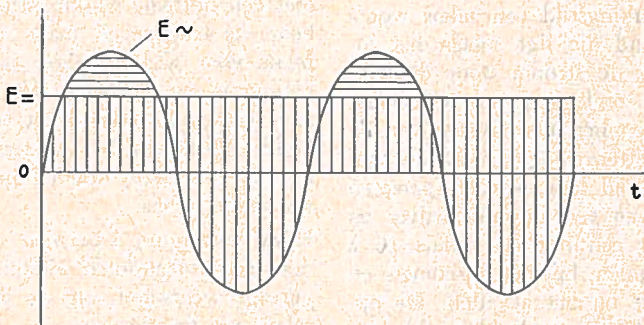
NET



7. De netspanning is 380 V, dus moet de trafo primair in Δ (driehoek) geschakeld worden.

8. Ja, de spanning op de gelijkrichtcellen zal dan echter $\frac{1}{3}$ maal zo klein worden.
9. a. Zie antwoord opgave 3a: 50 Hz,
 b. Zie antwoord opgave 3b: 100 Hz,
 c. Teken de spanningskrommen uit antwoord 3a, driemaal, doch onderling 120° verschoven; de rimpelfrequentie is dan 150 Hz.
 d. Teken de spanningskrommen uit antwoord 3b, driemaal, doch on-

- derling 120° verschoven; de rimpelfrequentie is dan 300 Hz.
10. De accumulator zal ontladen worden. (Zie onderstaande figuur).
 E = spanning van de accumulator. Alleen tijdens de horizontaal gearceerde gedeelten komt de wisselspanning boven de gelijkspanning. Het grootste gedeelte van de tijd is de accuspanning hoger dan de wisselspanning of in gelijke richting geschakeld en zal de accumulator dus stroom leveren.



Figuur bij opgave 10.

Belangrijk!

Zo spoedig mogelijk zal in ons blad een aanvang worden gemaakt met het plaatsen van het eerste van een serie artikelen, welke speciaal zijn geschreven voor jonge collega's, die de opleiding voor vakman volgen.

De redactie zal het bijzonder op prijs stellen, indien aanstaande vakmannen hun eventuele wensen betreffende deze opleiding aan haar kenbaar maakt.

De redactie.



61-035

A. KOSTER

Werkingstijd van relais.

Onder de werkingstijd van relais wordt verstaan de tijd die ligt tussen het inschakelen van de stroom door de wikkeling en het omleggen van de contacten resp. tussen het uitschakelen van de stroom en het terug leggen van de contacten. Deze tijd kan worden gemeten met behulp van een impulschrijver en bedraagt voor een normaal relais 10 à 20 milli-seconden bij het opkomen en 15 à 30 msec. bij het afvallen. De opkom- en afvaltijden worden bepaald door de constructie van het relais. Grote invloed hebben oa. het aantal windingen van de spoel, de dikte van het anti-kleefplaatje en de druk van het verenpakket.

In het algemeen worden relais toegepast met een normale werkingstijd zoals hierboven is aangegeven, maar er komen ook relais voor waarvan deze tijd groter of kleiner is dan normaal. We spreken dan van vertraagd werkende of versneld werkende relais. In het onderstaande zullen we ons bezig houden met de traagwerkende relais.

Deze vertraging kan men oa. bereiken door een kortgesloten wikkeling, met een geringe weerstand, om de kern van het relais aan te brengen.

We weten reeds dat als er een stroom door een relaisspoel wordt gestuurd er een magnetisch veld ontstaat. Aan de einden van kern en anker ontstaan tegen-

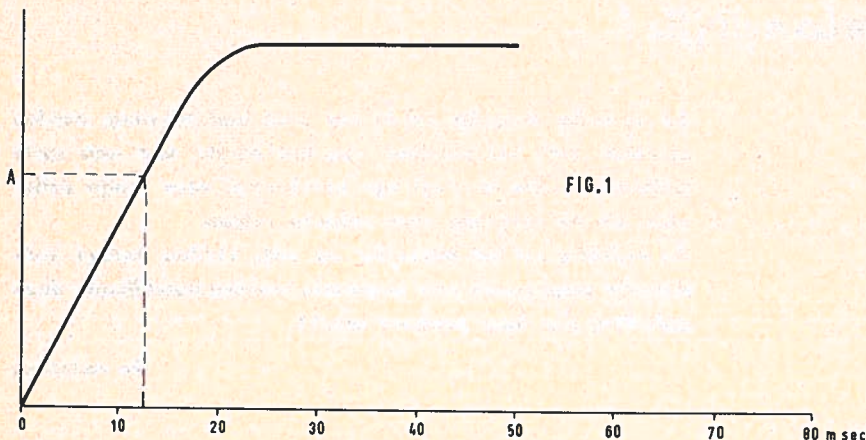


FIG.1

gestelde polen. Zodra deze polen sterk genoeg zijn wordt het anker door de kern aangetrokken. In de grafiek van figuur 1 is aangegeven hoe het verloop van zo'n magnetisatie-kromme zou kunnen zijn.

Als we aannemen dat het anker bij punt A wordt aangetrokken, dan kunnen we uit de grafiek aflezen, dat de opkومتijd hier 12 msec. bedraagt.

Nu gaan we ons relais, waarop een kortgesloten wikkeling is aangebracht eens nader bekijken. Volgens de wet van Lenz zal in een wikkeling een emk van inductie ontstaan als het aantal, door de

kunnen zien.

Uit deze grafiek (fig. 2) blijkt nu dat de opkومتijd 18 msec. is geworden.

Nu we hebben nagegaan welke de invloed is van de kortgesloten wikkeling op de opkومتijd van het relais, gaan we in het onderstaande bezien welke gevolgen deze kortgesloten wikkeling heeft bij het afvallen van het relais.

Zodra de stroomkring wordt verbroken vermindert het aantal krachtlijnen waardoor de sterkte van de polen afneemt. In de grafiek van fig. 3 is een kromme opgenomen die het verloop van het magnetisch veld laat zien als de stroom

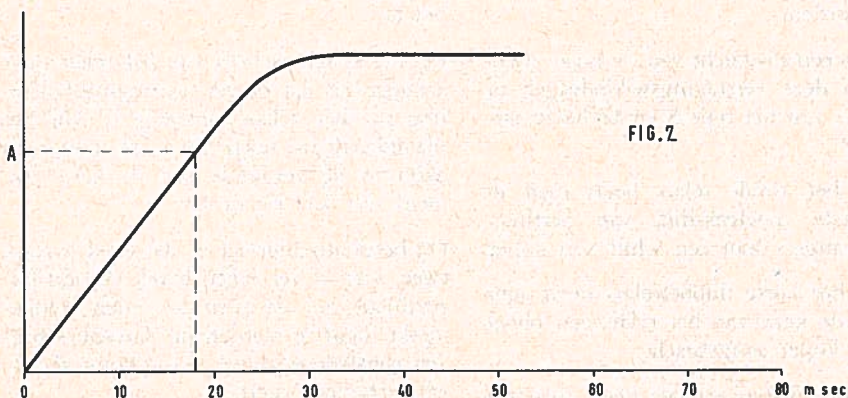


FIG. 2.

wikkeling, omvatte krachtlijnen verandert. De emk zal zodanig gericht zijn dat de inductie-stroom, die hierdoor ontstaat, de oorzaak van zijn ontstaan tegenwerkt. Passen wij dit toe op ons relais dan zien we bij het inschakelen van de stroom een toenemen van het aantal omvatte krachtlijnen. In de kortgesloten wikkeling ontstaat dus een stroom, die krachtlijnen in tegengestelde richting doet ontstaan.

Het resulterende veld zal dus minder snel het punt (A) bereiken waarbij het anker wordt aangetrokken, dan wanneer de kortgesloten wikkeling niet aanwezig was.

In een grafiek zou dit er als volgt uit

wordt uitgeschakeld. Als we aannemen, dat bij punt B het veld zover verzwakt is dat het anker wordt losgelaten dan bedraagt de afvaltijd 25 msec.

Is er nu een kortgesloten wikkeling om de kern aanwezig dan zal in deze wikkeling een emk van inductie ontstaan doordat het aantal omvatte krachtlijnen afneemt. Volgens de wet van Lenz zal deze inductiestroom trachten het veld in stand te houden.

Het resulterende veld zal nu later punt B uit de grafiek bereiken dan wanneer de kortgesloten wikkeling niet aanwezig was. Uit de grafiek van fig. 4 blijkt, dat de afvaltijd van het relais door toepassing

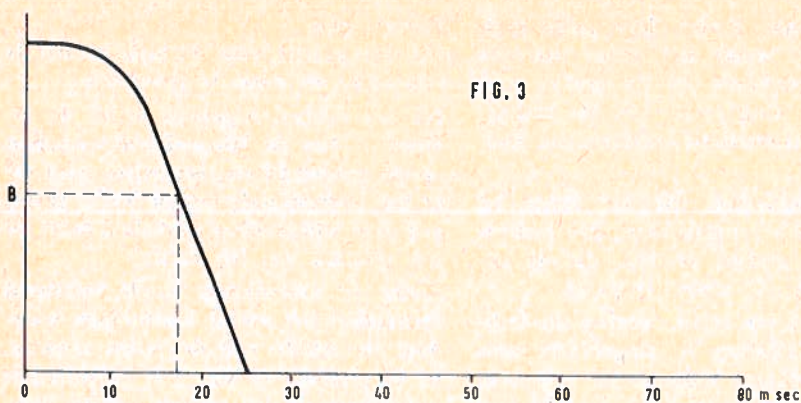


FIG. 3

van de kortgesloten wikkeling 100 msec. is geworden.

Tot slot een overzicht van de wijze waarop men deze vertragingswikkelingen op de relais van het type S en H heeft aangebracht.

- Bij het ronde relais heeft men de voorste spoelenschijf, van pertinax, vervangen door een schijf van koper.
- Bij het korte dubbelrelais heeft men om de kern van het relais een buisje van koper aangebracht.
- Bij het platankerrelais heeft men om de kern een aantal lagen blank ver-

tind koperdraad van 0,5 mm dik aangebracht.

Op het spoelopschrift van het relais staat aangegeven dat er een vertragingswikking op het relais aanwezig is. Bij het platankerrelais heeft men dit nog eens extra in de voorzijde van de kern vermeld met k_1 , k_2 of k_3 .

De betekenis hiervan is, dat er zich resp. twee, vier of zes lagen blank vertind koperdraad om de kern bevinden. Opgemerkt dient te worden dat bovenbeschreven constructie zowel een opkom- als afvalvertraging geeft.

(wordt vervolgd.)

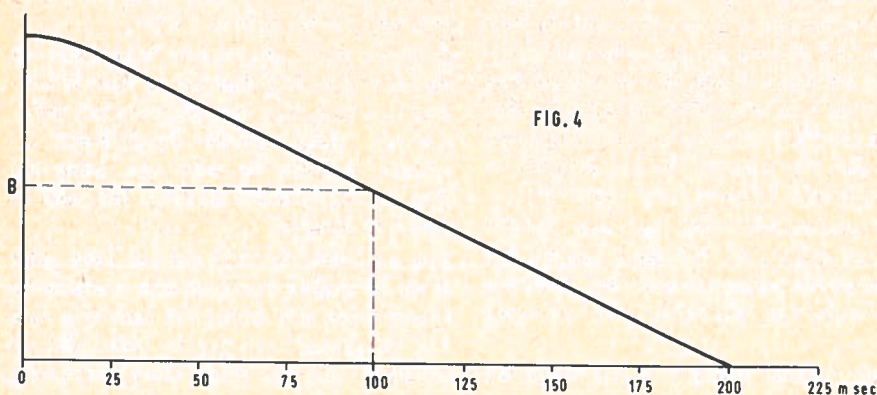


FIG. 4

Mogelijkheden voor het zoeken van ambulante personen in Huistelefooninstallaties XI.

door J. C. BRAKEL

61-036

Zelfinductie.

De zelfinductie van een ringleiding is praktisch onafhankelijk van de vorm van de ringleiding of de middellijn van de draad. Voor een draadmiddellijn van ongeveer 4 mm krijgen we bij benadering:

$$L = 2,3 S \cdot 10^{-6}$$

Waarin:

L = de zelfinductie in henry,

S = de totale lengte van de ringleiding in meters (aansluitdraden niet inbegrepen).

Afstemming.

Om in een ringleiding een zo groot mogelijke stroom te krijgen, wordt deze op de uit te zenden f-frequentie afgestemd. De capaciteit van de afstemcondensator hangt af van de zelfinductie van de ringleiding en van de f-frequentie en kan als volgt worden berekend:

$$C = \frac{1}{(2\pi f^2 L)} \cdot 10^{12}$$

Waarin:

C = de afstemcapaciteit in pF,

L = de zelfinductie van de ringleiding in henry,

f = de frequentie.

Aangezien er hier verschillende frequenties worden gebruikt, moet de ringleiding voor elke frequentie afzonderlijk worden afgestemd.

De condensator voor de eerste frequentie (f = 28,8 kHz) blijft altijd ingeschakeld en de extra condensator voor elke andere frequentie wordt door middel van een relais bijgeschakeld.

Met voorgaande formule vinden we ongeveer:

f	Co (pF) + C extra (pF)	Als S 100 meter is Co (pF) + C extra (pF)
28,8 kHz	14/S × 10 ⁶	140.000
16,0 „	14/S × 10 ⁶ 29/S × 10 ⁶	140.000 290.000
20,6 „	14/S × 10 ⁶ 10/S × 10 ⁶	140.000 100.000
18,0 „	14/S × 10 ⁶ 18/S × 10 ⁶	140.000 180.000
24,0 „	14/S × 10 ⁶ 4/S × 10 ⁶	140.000 40.000

De bovenstaande waarden zijn theoretisch berekend met een benaderingsformule, waarbij geen rekening is gehouden met de eigen capaciteit van de ringleiding. Het is wenselijk deze capaciteit zeer klein te houden en daarvoor is het raadzaam de ringleiding te monteren op een bepaalde afstand van de wanden, bijv. door middel van kabelsteunen.

Zeer ruw berekend is de effectieve eigen capaciteit voor een kabel met een kopermiddellijn van 4 mm en een totale middellijn van 5 mm en gemonteerd:

- a. direct tegen de wanden: $C_e = 40 \text{ pF/m}$,
- b. op een afstand van 1 cm van de wanden: $C_e = 10 \text{ pF/m}$,
- c. op een afstand van 5 cm van de wanden: $C_e = 5 \text{ pF/m}$.

Het wordt aanbevolen de eigen capaciteit aanzienlijk kleiner te houden dan de kleinste afstemcondensator (maximum 10% van deze condensator).

Dit betekent dat voor:

Geval a. De maximum lengte van de ringleiding 200 m mag bedragen.

Geval b. De maximum lengte van de ringleiding 400 m mag bedragen.

Geval c. De maximum lengte van de ringleiding meer dan 400 m mag bedragen.

De capaciteit van een ringleiding tegen aarde is zeer groot als de ringleiding in de grond gelegd wordt, zodat dit in het algemeen afgeraden dient te worden.

De sterkte van de stroom in de ringleiding.

De maximum waarde van de stroom in de ringleiding wordt bepaald door twee factoren. Deze zijn:

- a. Bij kleine ringleidingen of meerdere parallel geschakelde ringleidingen de maximum stroom, die door de versterker kan worden afgegeven.
- b. Bij grote ringleidingen of meer ringleidingen in serie de maximum spanning, die door de versterker kan worden gegeven.

Bij sub a.

De maximum stroom, gegeven door de versterker, bedraagt ongeveer 0,4 A. Wanneer een kring op de juiste wijze is afgestemd, zoals hiervoor is omschreven, kan echter de stroom in de ringleiding dientengevolge Q maal zo groot zijn als de stroom van de versterker. Deze factor Q is afhankelijk van verschillende omstandigheden en kan ruw geschat worden op 10. Als Q 10 is, kan de maximum ringleidingstroom niet groter worden dan 4 A.

Bij sub. b.

De maximum spanning, gegeven door de versterker, is ongeveer 400 V. De lusstroom veroorzaakt een bepaalde spanning op de lus:

$$E = I \cdot 2\pi f \cdot L$$

Waarin:

E = de spanning voor de ringleiding in volts,

I = de stroom door de ringleiding in ampères,

L = de zelfinductie van de ringleiding in henry's,

f = de overgedragen frequentie.

De maximum stroom door de ringleiding kunnen we vinden uit:

$$I = \frac{E}{2\pi f \cdot L}$$

Daar de schijnbare weerstand het grootst is als de frequentie 28,8 kHz bedraagt, voldoet de volgende formule:

$$I = \frac{400}{2\pi \cdot 28800 L} = \frac{2,3}{L} \cdot 10^{-3}$$

Of, uitgedrukt in de lengte van de ringleiding, kan men bij benadering zeggen:

$$I = \frac{1000}{S}$$

Rekenvoorbeeld 1.

Platte ringleiding, zonder veldverzwakking (bijv. door metaalconstructie), afmetingen 170×170 meter ($S = 680$ meter).

De maximum stroom bedraagt:

$$I = \frac{1000}{S} = \frac{1000}{680} = 1,47 \text{ A}$$

De minimum veldsterkte (in het midden van de ringleiding) bedraagt:

$$H = 5,6 \frac{I}{a} \cdot 10^{-3} = 5,6 \frac{1,47}{85} \cdot 10^{-3} \approx 100 \mu \text{ Oerstedt.}$$

Rekenvoorbeeld 2.

Platte ringleiding, zonder veldverzwakking, breedte 40 meter.

Hoe groot mag de maximum lengte van deze ringleiding zijn?

$$H = 4 \frac{I}{a} \cdot 10^{-3} = 4 \frac{I}{20} \cdot 10^{-3} = 100 \mu \text{ Oerstedt (veiligheidsfactor 2)}$$

$$\text{dus: } I = \frac{100 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{4 \cdot 10^{-3}} = 1/2 \text{ A}$$

$$\text{Nu kunnen we zeggen: } I = \frac{1000}{S} = \frac{1}{2}$$

Dus S mag maximum 2000 m bedragen; de maximum lengte van de ringleiding is 1000 m.

Opmerking.

Onder de hiervoor nader omschreven eigen capaciteit van de ringleiding hebben we gevonden: $C_e = 5 \text{ pF/m}$ in geval c, dus de totale eigen capaciteit is reeds $5 \times 2000 = 10000 \text{ pF}$.

Raadplegen we echter het staatje op blz. 145, dan blijkt dat $C_e 7000 \text{ pF}$ moet zijn.

De eigen capaciteit is dus groter dan de afstemcondensator. Een installatie met een dergelijke ringleiding is zeer bezwaarlijk. Daarom is het aan te bevelen de ringleiding in twee delen te splitsen, zoals in figuur 24 is aangegeven. De totale ringleiding en ook de zelfinductie is in twee stukken verdeeld. Beide delen zijn parallel geschakeld, dus de afstemcondensator moet $4 \times 7000 = 28000 \text{ pF}$ zijn. De eigen capaciteit van de ringleiding blijft 10000 pF , zodat de afstemcondensator overwegend groter is dan de eigen capaciteit.

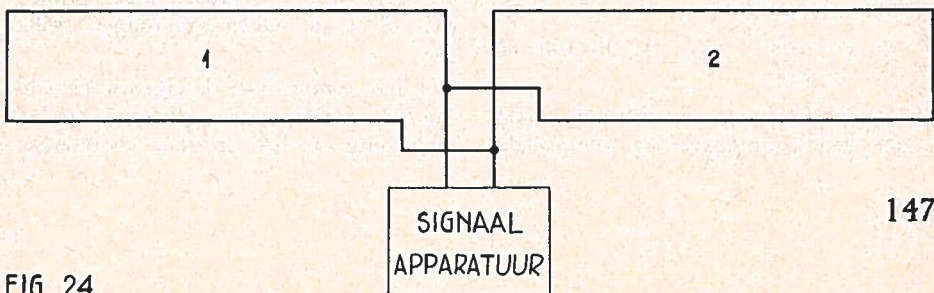


FIG. 24

De drie-voltmetermethode voor het bepalen van Z en Q

door W. H. IJDO

61-037

(Vervolg van blz. 332 jrg. 15).

Oplossing door berekening.

Door middel van de reeds omschreven metingen zijn de zijden van de driehoek A B C bekend geworden (zie fig. 2).

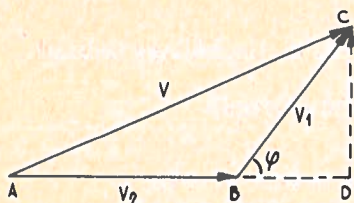


FIG. 2

Door nu twee vergelijkingen op te stellen is het mogelijk B D te berekenen.

Dit verloopt als volgt:

$$(AB + BD)^2 + CD^2 = V^2 \quad (I)$$

$$AB^2 + 2AB \cdot BD + BD^2 + CD^2 = V^2 \quad (I)$$

$$BD^2 + CD^2 = V_1^2 \quad (II)$$

$$AB^2 + 2AB \cdot BD = V^2 - V_1^2.$$

De uitwerking van deze uitkomst gaat verder eenvoudig.

$$BD = \frac{V^2 - V_1^2 - V_2^2}{2 V_2} \quad (III)$$

Is BD op deze wijze bekend geworden dan is weer met de stelling van Pythagoras CD uit te rekenen.

Het is interessant om te zien in hoeverre de uitkomsten verkregen door de grafische methode afwijken van de door berekeningen verkregen uitkomsten.

Brengen we nog even in herinnering de gemeten spanningen:

$$V = 80 \text{ volt} \quad V_1 = 40 \text{ volt en} \\ V_2 = 50 \text{ volt.}$$

Met gebruikmaking van formule (III) is dan het spanningsverlies, veroorzaakt

door de ohmse weerstand van de spoel, te berekenen.

$$E_{bd} = \frac{6400 - 1600 - 2500}{2 \times 50} =$$

23 volt.

Hieruit volgt, dat de ohmse weerstand van de spoel dan groot is:

$$R = \frac{23}{50} \cdot 10.000 = 4600 \Omega$$

Dit is 100 Ω minder dan de door de grafische methode verkregen uitkomst, een verschil dus van haast 2,2%.

Het zal afhangen van de zuiverheid van de gebruikte meetinstrumenten en van de weerstand R_1 of deze 2,2% enige betekenis heeft.

Opgemerkt dient te worden dat, als men meer dan één meting uitvoert, hetzij met één of drie instrumenten, de totale fout, de som is van het foutpercentage van iedere meter afzonderlijk.

Wordt de meting met één meter uitgevoerd dan speelt dus ook bij iedere meting (dit zijn er hier drie) de foutaantwijzing van de meter een rol.

Ook al gebruikt men precisie-instrumenten toch zal de totale fout die men maakt 0,6 tot 1,5% bedragen.

Voegt men hierbij de tolerantie van de bekende weerstand R_1 , dan komt men tot de conclusie dat de berekende afwijking van 2,2% niet zoveel uitmaakt.

Deze meting heeft het voordeel dat de zuiverheid wat betreft ijking etc. geen rol speelt daar men alleen moet kunnen zien of de te meten spanningen gelijk zijn.

Ook hier echter moet de eigen weerstand van het meetinstrument groot zijn om beïnvloeding van het circuit te voorkomen.

Allereerst wordt nu de schakeling aan-
gegeven in fig. 3.

In de getekende stand van de schakelaar
S wordt nu de spanning over de impe-
dantie Z gemeten.

Vervolgens zodanig ingesteld dat de volt-
meter een gelijke spanning aanwijst als
bij de eerste meting.

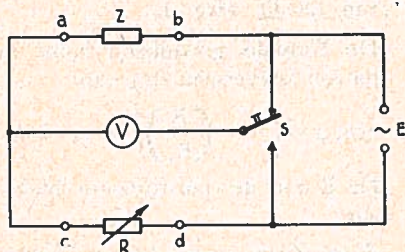


FIG. 3

Door middel van een brugmeting is dan
de weerstand van R te bepalen en daar
de spanningen gelijk gebleken zijn, is
 $Z = R$.

Hiermede is Z bekend geworden.

Door een tweede schakeling toe te pas-
sen kan men nu ook $\cos. \varphi$ en daarmee
X en eventueel R (de ohmse weerstand)
berekenen.

Genoemde schakeling is in fig. 4 ge-
tekend.

Een weerstand genaamd R_p van precies
gelijke waarde als de zo juist bekend
geworden weerstand van Z, wordt par-
allel met deze geschakeld, dit kan bijv.
de nu aan Z gelijk zijnde regelbare
weerstand R_1 zijn.

De regelbare weerstand R_1 wordt nu
weer ingesteld op een waarde zodanig
dat de spanningen gemeten in de rust-
en werkstand van de schakelaar S gelijk
zijn.

Het is duidelijk dat om dit te verwe-
zenlijken R_1 op een kleinere waarde ge-
regeld moet worden dan de weerstand R
in fig. 3.

Deze waarde, in fig. 4 als R_1 aangegeven,

zal nu weer door middel van een brug-
meting gevonden worden.

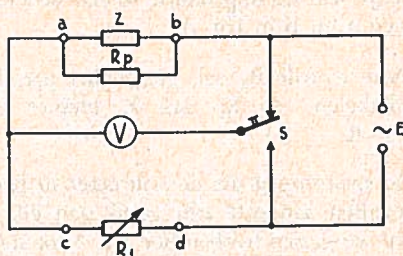


FIG. 4

Men heeft nu door twee metingen (zie
fig. 3 en 4) de weerstanden R en R_1
bepaald.

De formule $\frac{R}{R_1} = \sqrt{2 + 2 \cos. \varphi}$ stelt

ons in staat de gevraagde $\cos. \varphi$ te vinden.
Het bewijs wordt als volgt geleverd:
De stroom I die in de schakeling van
fig. 3 door Z gaat bestaat uit een watt-
component $I. \cos. \varphi$ en een wattloze com-
ponent $I. \sin. \varphi$.

Dit is in fig. 5 afgebeeld.

Zoals al eerder beschreven wordt nu een
weerstand R_p (fig. 4) van gelijke waarde
als Z parallel aan deze geschakeld.

Door deze weerstand R_p gaat dus een
stroom I_1 van gelijke grootte als I en
in fase met $I. \cos. \varphi$.

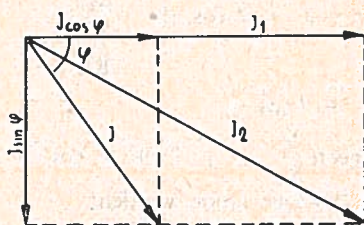


FIG. 5

De totale stroom die nu door R_1 gaat
zal daardoor groter worden en is in fig. 5
te zien als I_2 .

Om de spanning op de voltmeter in beide
standen van de schakelaar gelijk te doen

zijn (fig. 4) moet nu de regelbare weerstand ingesteld worden op een waarde gelijk aan de impedantie tussen de klemmen a en b in fig. 4.

Deze waarde R_1 zal, gezien het parallel-schakelen van R_p aan Z , kleiner zijn dan R .

De spanningen die de voltmeter in beide gevallen aangeeft zijn gelijk aan elkaar. Nu we gezien hebben hoe fig. 5 tot stand is gekomen is het bewijs van de hiervoor genoemde formule een eenvoudige zaak, uit het vectordiagram van fig. 5 is nl. af te lezen dat:

$$I_2^2 = I^2 \sin^2 \varphi + (I \cos \varphi + I_1)^2 = I^2 \sin^2 \varphi + I^2 \cos^2 \varphi + 2 I_1 I \cos \varphi + 2 I_1 I \cos \varphi + I_1^2 = I^2 (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) + 2 I_1 I \cos \varphi + I_1^2.$$

Aangezien $\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$ mag de laatste vorm als volgt uitgewerkt worden:

$$I_2^2 = I^2 + 2 I_1 I \cos \varphi + I_1^2.$$

Hiervoor is reeds uiteengezet dat $I_1 = I$ dus:

$$I_2^2 = 2 I^2 + 2 I^2 \cos \varphi = I^2 (2 + 2 \cos \varphi).$$

$$\frac{I_2}{I} = \sqrt{2 + 2 \cos \varphi} \cdot \frac{V}{R_1} \cdot \frac{R}{V} =$$

$$\sqrt{2 + 2 \cos \varphi}.$$

Dit geeft $\frac{R}{R_1} = \sqrt{2 + 2 \cos \varphi}$ hetgeen bewezen moest worden.

De $\cos \varphi$ is nu gemakkelijk te bepalen door uitwerking van de laatste vorm in:

$$\cos \varphi = \frac{1}{2} \cdot \frac{R^2}{R_1^2} - 1. \text{ Ook wel ge-}$$

$$\text{schreven als: } \cos \varphi = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{R}{R_1}\right)^2 - 1.$$

Voorbeelden.

I. Van een telefoontransformator wordt gemeten:

$$R = 325 \Omega \text{ (fig. 3).}$$

De impedantie van de spoel is nu tevens bekend geworden nl. $Z = 325 \Omega$.

Voor R_1 meet men een weerstand van 200Ω (fig. 4).

De formule gebruikend komt men tot een faseverschuiving van:

$$\cos \varphi = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{R}{R_1}\right)^2 - 1 = 0,32$$

De R van de transformator blijkt te zijn:

$$R = Z \cos \varphi = 325 \times 0,32 = 104 \Omega.$$

$$\text{en } L = Z \cdot \frac{\sin \varphi}{\omega} = 0,97 \text{ H.}$$

II. Een smoorspoel wordt door middel van de schakelingen van de figuren 3 en 4 gemeten.

R blijkt te zijn 2520Ω en $R_1 = 1720 \Omega$, dus $Z = 2520 \Omega$

De impedantie van deze spoel is dan 2520Ω en

$$\text{de } \cos \varphi = \frac{1}{2} \left(\frac{R}{R_1}\right)^2 - 1 =$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{2520}{1720}\right)^2 - 1 = 1,07 - 1 = 0,07.$$

R en L van de smoorspoel zijn dan te berekenen:

$$R = Z \cos \varphi = 2520 \times 0,07 = 176,4 \Omega$$

$$L = \frac{Z \sin \varphi}{\omega} = 7,9 \text{ H.}$$

Opmerking.

Is de $\cos \varphi$ bekend dan is de $\sin \varphi$ te vinden door:

$$\sin. \varphi = \sqrt{1 - \cos.^2 \varphi.}$$

Enige oorzaken waar de metingen door beïnvloed kunnen worden.

a. *Het optreden van harmonischen.*

Bevat de meetspanning harmonischen dan zal voor de zelfinductie coëfficiënt L een te hoge waarde berekend worden. Is bijv. in deze meetspanning de 3e harmonische 10% van de grondfrequentie (1e harmonische) en noemen we de spanning van de grondfrequentie V en van de 3e harmonische V₃, dan is dus V₃ = 0,1 V.

De effectieve waarde van deze spanning is dan:

$$V \text{ eff.} = \sqrt{V^2 + (0,1 V)^2.}$$

In het algemeen geldt dat de effectieve waarde van een spanning die harmonischen bevat, gelijk is aan de wortel uit de som van de kwadraten van de spanningen van deze harmonischen:

$$V \text{ eff.} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}$$

Voor de effectieve waarde van de stroom geldt hetzelfde:

$$I \text{ eff.} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2.}$$

Hierin is I₁ de stroom van de 1e harmonische of grondfrequentie, I₂ van de 2e harmonische enz.

De spanningsvorm die hierdoor ontstaat is dus geen zuivere sinuslijn.

Bij het bepalen van de R van een inductievrije weerstand door middel van een stroom- en spanningsmeting spelen deze harmonischen geen rol.

Wanneer men echter de impedantie van een spoel wil meten met een spanning die harmonischen bevat dan zullen voor de duidelijkheid even aannemende dat deze spoel uit een zuiver L bestaat, over deze spoel spanningen ontstaan van: maken.

I₁. ω₁ L, (ω¹ is de cirkelfrequentie die ontstaat door de grondfrequentie f₁)

I₂ . ω₂ L, I₃. ω₃. L enz.

Neemt men als grondfrequentie 50 Hz, dan is dus

$$\omega_1 = 2. \pi. 50$$

$$\omega_2 = 2. \pi. 100$$

$$\omega_3 = 2. \pi. 105 \text{ enz.}$$

Voor de hogere harmonische neemt echter de reactantie van de spoel evenredig met ω toe, zodat deze hogere harmonischen in de totale spanning die op L ontstaat relatief sterker zijn vertegenwoordigd.

Dit speelt een rol bij het bepalen van L, een voorbeeld moge dit duidelijk Stel door een spoel met verwaarloosbare ohmse weerstand en L = 1 henry, stuurt men een stroom van 100 mA.

De frequentie van deze stroom is 50 Hz, terwijl de derde harmonische (f = 150 Hz) 10% daarvan is.

Op deze spoel ontstaan nu spanningen van:

$$I_1 \omega_1. L_1 = 0,1 \times 314 \times 1 = 31,4 \text{ V}$$

$$\text{en } I_3 \omega_3. L_1 = 0,01 \times 942 \times 1 = 9,42 \text{ V.}$$

De effectieve spanning op deze spoel is dan:

$$V = \sqrt{31,4^2 + 9,42^2} = 32,78 \text{ V.}$$

De effectieve stroom door de spoel is:

$$I = \sqrt{100^2 + 10^2} = 100,5 \text{ mA.}$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{32,78}{0,1005} = 326,17 \Omega.$$

Men vindt nu voor de zelfinductie-coëfficiënt:

$$L = \frac{326,17}{314} = 1,04 \text{ H}$$

terwijl deze spoel in werkelijkheid 1 henry is.

Heeft een circuit een capacatieve reactantie, dan vindt men als een meetspanning met hogere harmonischen gebruikt wordt, juist een te kleine waarde voor de capaciteit die men weten wil.

Om de hiervoor genoemde fouten te vermijden kan de in fig. 6 getekende schakeling gebruikt worden.

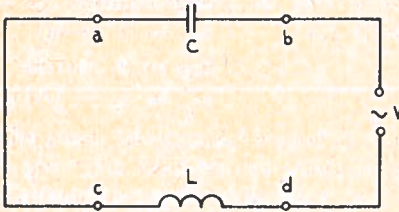


FIG. 6

Dit is een spanningsverdeler waarvan de spanning die op de condensator ontsaat gebruikt wordt als meetspanning.

L is een grote zelfinductie met te verwaarlozen ohmse weerstand en C een condensator die men door berekening of proefondervindelijk vaststelt en wel zodanig, dat de gewenste meetspanning bereikt is en tevens de harmonischen voldoende onderdrukt worden.

Er moet op gelet worden dat, als de meetschakeling op de klemmen a en b aangesloten wordt, deze een impedantie moet bezitten zodanig dat tussen a en b de schakeling een capacitief karakter behoudt.

Noemt men de spanning op c-d V en de spanning op a-b V_c dan is:

$$\frac{V_c}{V} = \frac{\frac{I}{\omega C}}{I \cdot \omega L - \frac{I}{\omega C}} = \frac{\frac{1}{\omega C}}{\omega L - \frac{1}{\omega C}}$$

Stel men wil een meetspanning ter beschikking hebben van ongeveer 20 volt. Maakt men nu gebruik van de 220 V. netspanning dan kan men genoeg nemen met een tiende deel van deze spanning. Op C (a-b) moet dan een meetspanning van 220 volt ontstaan.

$$\text{Aangezien } \bar{V}_1 = \bar{V} + \bar{V}_c =$$

220 + 22 = 242 volt zal de stroom door L een waarde hebben van:

$$I = \frac{242}{\omega L}$$

Heeft men nu een zelfinductie van 12 H en een verwaarloosbare ohmse weerstand, dan is de inductieve reactantie van deze spoel voor de grondfrequentie:

$$\omega_1 \cdot L = 3768 \Omega$$

De stroom door deze L wordt dan:

$$I = \frac{242}{3768} \approx 64 \text{ mA. Hieruit is de grootte van de condensator te bepalen.}$$

$$\frac{I}{\omega C} = \frac{V_c}{I} = \frac{22000}{64} = 343 \Omega$$

$$C = \frac{1}{343 \times 314} = 9,28 \mu\text{ F}$$

Voor de 2e harmonische verandert de capacitieve en inductieve reactantie en wel als volgt:

$$\omega_2 \cdot L = 628 \times 12 = 7536$$

$$\frac{\omega_2 C}{1} = \frac{10^6}{628 \times 9,28} = 171,5 \Omega$$

De verhouding tussen de condensatorspanning en de netspanning is:

$$\frac{V_c}{V} = \frac{171,4}{7536 - 171,4} = 0,0232$$

Voor de 3e harmonische wordt deze verhouding:

$$\frac{V_c}{V} = \frac{114,3}{11304 - 114,3} = 0,0112$$

En voor de 4e harmonische:

$$\frac{V_c}{V} = \frac{85,5}{15072 - 85,5} = 0,00571$$

De 1e harmonische die men gebruiken wil voor de meting, om reden in de berekeningen $f = 50 \text{ Hz}$ gesteld wordt, zal nu $10 \times$ verzwakt worden.

De 2e harmonische echter $\approx 42 \times$.

De 3e harmonische $\approx 90 \times$ en de 4e harmonische $\approx 175 \times$.

Hoge harmonischen hebben dus maar een zeer geringe invloed op de meting.

HERHALINGSOEFENINGEN

61-038

door M. V. Dalen

- $\sqrt{298,632961} =$
- $\left(2^2 \times 3^2 : \left\{ (3^2 - \sqrt{2 \times 18}) \times \sqrt{25} - 3 \right\} \right) \times \sqrt{9} =$
- $0,7359 + 1,00735 + 72,9568 + 1,96378 =$
- $0,9375 + 0,0625 - 0,125 + 0,875 - 1,25 =$
- $40,68 \times 0,000309 =$
- $4582,9875 : 71,89 =$
- $\left(5\frac{1}{4} : 7 + 9\frac{1}{3} - 2\frac{5}{12} - 1\frac{1}{4} \times 4\frac{4}{5} \right) \times 2\frac{7}{10} =$
- $2\frac{2}{3}\%$ van 720 =
- $12,5 \text{ km} + 30 \text{ hm} + 0,37 \text{ dam} + 50 \text{ dm} + 25 \text{ cm} =$ m
- $75 \text{ ha} + 125 \text{ a} + 14 \text{ ca} =$ m²
- $3,175 \text{ m}^3 + 12 \text{ dal} + 127 \text{ cl} + 1,7 \text{ l} =$ hl
- $53 \text{ h } 36' 28'' : 4 =$
- $15a^6b^8 : 5a^4b^3 =$
- $(5p^5)^3 =$
- $5(p^5)^3 =$
- Drie weerstanden zijn in serie geschakeld. De totale weerstand bedraagt 84 ohm. R_1 is 8 ohm kleiner dan R_2 en R_2 is 5 ohm kleiner dan R_3 . Bereken de drie weerstanden.
- Bereken x uit: $3x + 6 + 8x - 5 = 10x + 12 + 3x - 23$
- Van een rechthoek is de lengte 37 cm en de breedte 26 cm. Bereken de omtrek en de oppervlakte.
- Van een cirkel is de diameter 23 cm. Bereken de omtrek en de oppervlakte.

b. L is afhankelijk van de coëfficiënt van permeabiliteit.

Als men van een spoel door meting L bepaalt dan moet men zich er terdege van bewust zijn, dat men eigenlijk moet spreken van de L bij een bepaalde stroom.

De coëfficiënt van zelfinductie is nl. weer afhankelijk van de grootte van de

magnetische inductie.

Is de stroom groter, dan zal in het algemeen een kleinere uitkomst voor L gevonden worden dan bij een kleine stroom.

Beziet men de B-H kromme van zo'n spoel dan is dit zonder meer duidelijk, daar men bij grotere inductie in het vlakke of vlakkere gedeelte belandt.

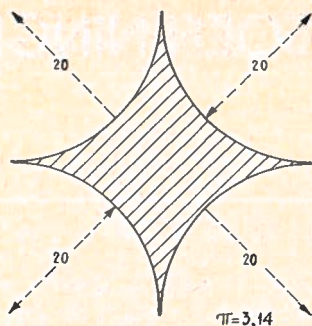


FIG. 1

20. Bereken de omtrek en de oppervlakte van het gearceerde deel in fig. 1.
21. $75^\circ 48' 57''$
 $84^\circ 35' 28''$
 _____ +
22. Een plaat koper is 38 cm lang, 15 cm breed en 8 mm dik. Bereken het gewicht, wanneer het s.g. 8,8 bedraagt.
23. De weerstand van een draad is 10 ohm. De doorsnede is 6 mm^2 en de lengte is 120 m. Bereken de soortelijke weerstand.
24. Vier weerstanden van resp. 8, 3, 6 en 4 ohm zijn parallel geschakeld. Hoe groot is de vervangingsweerstand?

GONIOMETRIE

Het komt in vraagstukken ook voor, dat van de gegeven zijde het verhoudingsgetal niet is gegeven door een goniometrische verhouding; we moeten dit dan eerst gaan berekenen met de Stelling van Pythagoras.

Voorbeeld: fig. 2.

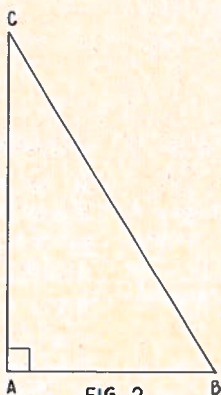


FIG. 2

Gegeven: $\sin. B = \frac{4}{5}$; $AB = 36$ cm.

Gevraagd: BC en AC .

Oplossing: De berekeningen van het 3e verhoudingsgetal geschiedt als volgt:

$$\sin. BC = \frac{o}{s} = \frac{AC}{BC} = \frac{4}{5}$$

$$BC^2 = AC^2 + AB^2$$

$$5^2 = 4^2 + AB^2$$

$$25 = 16 + AB^2$$

$$AB^2 = 25 - 16 = 9$$

$$AB = 3$$

De werkelijke lengte van $AB = 36$ cm, d.w.z. $12 \times$ zo groot als het gevonden verhoudingsgetal. Voor alle afmetingen in de driehoek geldt dan de verhouding 12.

Dan is dus $BC = 12 \times 5 = 60$ cm en

$$AC = 12 \times 4 = 48$$
 cm.

Vraagstukken:

25. Geg.: $\sin. B = \frac{5}{13}$; $AB = 36$ cm. Gevr.: AC en BC .

26. Geg.: $\cos. B = \frac{12}{15}$; $AC = 36$ cm. Gevr.: AB en BC .

27. Geg.: $\text{tg. } B = \frac{11}{60}$; $BC = 122$ cm. Gevr.: AB en AC .

Niet altijd komt de berekening „mooi” uit, terwijl ook niet altijd $\angle A = 90^\circ$ behoeft te zijn; dit kan evengoed $\angle B$ of $\angle C$ zijn.

Voorbeeld: fig. 3.

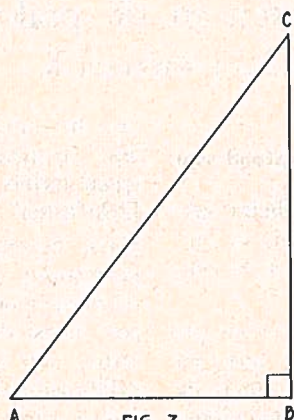


FIG. 3

Gegeven: $\cos. A = \frac{3}{5}$; $AC = 32$ cm.

Gevraagd: AB en BC

Oplossing:

$$\cos. A = \frac{a}{s} = \frac{AC}{AB} = \frac{3}{5}$$

De werkelijke lengte van $AC = 32$ cm, terwijl zijn verhoudingsgetal = 5.

De verhouding in de driehoek is dus $\frac{32}{5}$.

Dan is $AB = \frac{32}{5} \times 3 = 19,2$ cm.

BC vinden we dan uit:

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$32^2 = 19,2^2 + BC^2$$

$$1024 = 368,64 + BC^2$$

$$BC^2 = 1024 - 368,64 = 655,36$$

$$BC = \sqrt{655,36} = 25,6$$
 cm.

N.B. Teken bij het maken van vraagstukken steeds de driehoek met de gegevens, opdat u duidelijk ziet, welke de aanliggende en welke de overstaande zijde is!

28. Geg.: $\angle A = 90^\circ$. $\sin. B = \frac{8}{17}$; $AC = 12$ cm. Gevr.: BC en AB .

29. Geg.: $\angle B = 90^\circ$. $\cos. C = \frac{60}{87}$; $BC = 45$ cm. Gevr.: AC en AB .

30. Geg.: $\angle C = 90^\circ$. $\text{tg. } B = 1\frac{1}{20}$; $BC = 45$ cm. Gevr.: AC en AB .

(Antwoorden op blz. 160).

Het meten in de praktijk IV

door J. WESTERVELD.

61-039

(Vervolg van blz. 94)

G. Bepalen inwendige weerstand van elementen.

Momenteel zijn er bij onze dienst verschillende soorten elementmeters in omloop. De meest voorkomende is de zgn. voltmeter in horlogevorm.

Hierbij kan nog onderscheid worden gemaakt tussen elementmeters met en zonder drukknop. Bij deze laatste is de belastingweerstand constant aangesloten

over het meetsysteem. Zie voor het principe en nadere omschrijving van deze typen meters het leerboek „Theorie der Elektriciteit” VEV deel I blz. 258.

Naast bovengenoemde meters komt tevens ook voor de elementmeter fabrikaat Gossen. Deze meter kan echter ook dienst doen als voltmeter voor het meten van hogere spanningen (alleen gelijkspanning). De maximale meetbereiken zijn nl. 3, 30 en 60 V, welke

ingesteld kunnen worden met een draai-schakelaar, welke zich aan de zijkant van de meter bevindt. Achter een klein rond venstertje is het meetbereik afleesbaar resp. aangeduid met 3, 30 of 60. De weerstand van deze meter is 1000Ω per 3 V. Door het indrukken van het knopje schakelt men ook hier een weerstand van ca. 26Ω parallel aan het meetsysteem, alleen echter wanneer het meetsysteem op het meetbereik van 3 V staat ingesteld. Hierdoor wordt de totale weerstand van deze meter ook ca. 25Ω . Het meten van elementen en het bepalen van de inwendige weerstand daarvan is verder geheel hetzelfde als bij de horlogevoltmeter met drukknop.

Met de elementmeters met drukknop kunnen twee metingen worden uitgevoerd.

Ten eerste een meting zonder en ten tweede een meting met ingedrukte knop. In het eerste geval meten we een spanning, die gelijk gesteld wordt met de emk van het element.

De tweede meting geeft de klemspanning (genoemd E_k) bij een belasting met 25Ω . Het aflezen van de waarde bij de tweede meting moet niet eerder geschieden dan nadat de drukknop ongeveer een halve minuut is ingedrukt. De beide aflezingen (dus de emk en de E_k) geven ons de waarden voor het berekenen van de inwendige weerstand van het element.

Nemen we voor de emk de aanduiding E_1 en voor de klemmenspanning E_2 , dan is de formule voor het berekenen van de inwendige weerstand van het element:

$$R_1 = \frac{E_1 - E_2}{E_2} \times R_u$$

Omdat de R_u bij gebruik van elementmeters gelijk is aan 25Ω , wordt de formule dan ook:

$$R_1 = \frac{E_1 - E_2}{E_2} \times 25$$

Voor het bewijs hiervan nog het volgende. Zoals bekend zal zijn, is de verhouding tussen het inwendig en het uitwendig spanningsverlies gelijk aan de verhouding tussen de inwendige weerstand en de uitwendige weerstand. In formule gezet dus:

$$e_1 : e_u = R_1 : R_u$$

Dan is ook:

$$e_u \times R_1 = e_1 \times R_u$$

en is

$$R_1 = \frac{e_1 \times R_u}{e_u}$$

of

$$R_1 = \frac{e_1}{e_u} \times R_u$$

Gesteld was, dat de emk = E_1 en de klemmenspanning $E_k = E_2$. Het inwendige spanningsverlies is dan ook gelijk aan $E_1 - E_2$ en het uitwendig spanningsverlies gelijk aan de klemmenspanning, dus $e_u = E_2$.

Ingevuld in de formule geeft dit dus:

$$R_1 = \frac{E_1 - E_2}{E_2} \times R_u$$

Onder de aandacht wordt gebracht, dat bij het meten met een elementmeter zonder drukknop direct de klemmenspanning wordt gemeten. Wanneer dus met een dergelijke meter moet worden gemeten en men weet de emk van het element niet, dan is men genoodzaakt deze met een andere voltmeter te meten.

Volgens bovengenoemd principe kunnen we ook met een Multavimeter de inwendige weerstand van een element bepalen.

Hiervoor is dan een weerstand nodig waarvan vrij nauwkeurig de waarde bekend moet zijn.



FIG 8

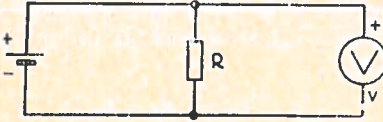


FIG 9

De schakelingen hiervoor zijn volgens fig. 8 en 9.

Voor de uitwendige weerstand R geldt natuurlijk de vervangingsweerstand van de voltmeter en de weerstand R .

2. Met stroommeting.

Om de inwendige weerstand van een element te bepalen door middel van een stroommeting, moet de uitwendige weerstand bekend zijn. Gebruik kan dan worden gemaakt van de formule:

$$emk = I \times R_i + I \times R_u$$

Wanneer de emk niet bekend is, moet deze natuurlijk ook worden gemeten.

De schakelingen voor het meten van de emk en de stroom I zijn volgens fig. 10 en 11.

Hierbij moet er om worden gedacht, dat de uitwendige weerstand R_u de totale weerstand is van de schakeling.

In verband hiermede dient de weerstand



FIG 10

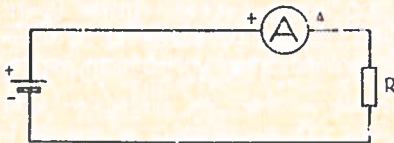


FIG 11

van de ampèremeter dus te worden opgeteld bij de waarde van de bekende weerstand R . Vooral bij gebruik van een Multivimeter als ampèremeter is het van belang dat dit niet vergeten wordt.

De uitwerking van de formule is als volgt:

$$I \times R_i = emk - I \times R_u$$

$$R_i = \frac{emk - I \times R_u}{I}$$

3. Met behulp van een onbekende weerstand.

De weerstand van een element kan ook worden bepaald met behulp van een onbekende weerstand. De formule, die dan toegepast kan worden, is:

$$emk - E_k = I \times R_i$$

Hierbij moet dus worden gemeten de emk, de E_k en de stroom I . De schakelingen hiervoor zijn resp. volgens fig. 12 en 13.

Bij gebruik van Multivimeters in de schakeling volgens fig. 13 moeten natuurlijk beide meters worden ingesteld vóórdat deze worden afgelezen.

De uitwerking van de formule is:

$$I \times R_i = emk - E_k$$

$$R_i = \frac{emk - E_k}{I}$$



FIG 12

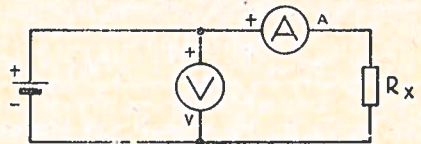


FIG 13

Tot slot nog een tweetal vragen betreffende elementmeters.

1. Een elementmeter met ingedrukte knop heeft een weerstand van ca. 25 Ω .
Waarom heeft men juist deze waarde genomen?
2. Een elementmeter met ingedrukte

knop kan dienst doen als milliampère-meter.

Hoe groot is in zo'n geval het meetbereik van een elementmeter met een schaal van 0 — 3 V? De weerstand zonder ingedrukte knop is 600 Ω .

(wordt vervolgd)

NEDERLANDS

61-040

door P. v. d. Leest

Vervolg:

Onvoltooid verleden tijd:

Te midden van die kalmte (*doen*) zich op zekere ochtend plotseling een ratelend tromgeroffel horen, dat het dorpje uit zijn liefelijke rust wakker (*schudden*). De burgemeester en de achtbare raad, ter raadzaal vergader..., (*rijzen*) als één man overeind. De notaris en zijn klerk (*aankijken*) elkaar verbaas... De dominee, die op een ladder bij zijn winger... (*staan*), (*neervallen*) bijkans van boven. De meester, die bij het bord (*staan*), (*steken*) van verwarring de natte spons in zijn zak en het krijt in de inktkoker. De kinderen (*zoeken*) onder de bank naar hun klompjes en (*maken*) zich gereed tot de aftocht.

De kleermaker (*springen*) van de tafel in zijn muilen. De schoenmaker (*wegwerpen*) zijn driehoet en zijn leest. De melkmeid (*ophouden*) met karnen. De enige diender van het dorp (*vergeten*) zijn waardigheid en (*binnenstormen*) de raadzaal. Het zijn (*v.v.t.*) maar een korte roffel en toen (*terugkeren*) alles tot de vorige stilte.. De raadsleden (*aankijken*) elkaar, de diender zich (*wegpakken*), de dominee (*klauteren*) een paar sporten hoger, de schoolmeester (*trachten*) spons en krijt te vinden, de kleermaker (*wippen*) op zijn tafel, de schoenmaker (*oprapen*) de driehoet en

(*doorkloppen*) weer, de melkmeid (*plompen*) in de karn, maar de schoolkinderen (*aanhouden*) hun klompjes en (*spitsen*) de oren.

„(Kijken) kinderen”, (*bervatten*) de meester, „als ik deze lijn... Waar (*blijven*) (*v.t.t.*) mijn krijtje?” „In de inktpot, meester”, (*antwoorden*) de kinderen als in koor.

Inkwartiering II.

Onvoltooid verleden tijd.

„Ran-plan, ran-plan-plan”, (*klinken*) weer de roffel, (*slaan*) door een volleerd trommelvirtuoos. Nu (*zijn*) de jeugd niet meer te houden. Alle kinderen (*stormen*) naar buiten, (*volgen*) door de meester bij wie de nieuwsgierigheid de zucht tot orde (*overwinnen*). Jawel, daar (*ratelen*) de trom, dat de ruiten ervan (*trillen*). De kleine tamboer (*hantieren*) stevig de stokken en (*wiegelen*) zijn hoofd op de maat heen en weer. Een troep soldaten (*volgen*) in (*sluiten*) gelederen, een officier (*marcheren*) opzij. Daar (*zwijgen*) de trom. „Halt!” (*commanderen*) de officier, „Front”. En de troep (*staan*), op een lijn (*scharen*), midden op de straat. Op een volgend commando(*dreunen*) de grond onder de stoot van de gewerkolven, de soldaten (*duwen*) de knellende ransels omhoog, (*lichten*) hun kepies van de (*bezwetten*) hoofden en (*hangen*) met beide handen op de tromp van het geweer. De bur-

gemeester (*omstuwen*) door de vroedschap (*staan*) op het bordes van het gemeentehuis en (*peinzen*) erover, wat dat alles (*betekenen*). De diender, die zich ook op de pui (*bevinden*), (*fluisteren*) enige woorden met het hoofd der gemeente en (*afdalén*) toen de trappen van het raadhuis.

Hij (*aanknopen*) onderhandelingen met de officier, die ten gevolge (*hebben*), dat laatstgenoemde naar de burgemeester (*stappen*) en deze te kennen (*geven*), dat onvoorziene omstandigheden hem (*verplichten*), van de marsroute af te wijken. Hij (*zien*) zich (*noodzaken*) in Boschdal inkwartiering te houden en (*verzoeken*) de burgemeester om medewerking in deze. Bruning.

Het noodlot der Indianen.

Reeds voor eeuwen waren de Indianen de speelbal der Europese politiek; de Engelsen bedienden zich van de Irokezen om de Fransen en de Haronen te verdrijven in de 18e eeuw. Maar weldra ging het gemeenzaam offensief der Kaukasiërs tegen alle inwoners van Amerika. De grote drang naar het Westen begon en de Indianen werden opgejaagd naar

de onvruchtbaarste delen van het land. Eerst naar de oneindige prairiën der centrale vlakte, dan verder meer en meer, naar de rode woestijnen van het Rotsgebergte. Deze stuwang en het invoeren van het paard maakten van deze landbouwers een nomadenvolk: ze togen steeds hun voedsel achterna.

Millioenen buffels joegen door de middevlakte: hun huiden gaven tenten, hun pezen booggerief, hun vlees en vet voorraad voor de winter, hun hoornen kostbare stof.

Heel de Indiaanse cultuur kreitste om de buffel, zoals de Arabische om de kameel. Daar kwamen dan de witte mannen en hun geweren en slachtten de buffels bij duizenden, roekeloos en dwaas.

William C. Cody won zijn naam Buffalo Bill, doordat hij in 15 maanden tijds vier duizend twee honderd buffels neerschoot. Er is in die slachting niets heldhaftigs: de jager zette zich veilig op de uitkijkpost en vuurde onophoudelijk op de dieren, die vreedzaam graasden of in paniek voorbijjoegen. Wie in een Vlaamse boerderij het vuur zou openen op een grazende bende koeien verdient dezelfde krans. (Marnix Gijsen)

Antwoorden van de vraagstukken op blz. 153-156

1. 17,281
2. 9
3. 76,66383
4. 0,5
5. 0,01257012
6. 63,75
7. $4\frac{1}{2}$
8. 19,2
9. 15508,95
10. 762514 m²
11. 32,9797 hl
12. 13 h 24' 7"
13. 3a²b⁵
14. 125p¹⁵
15. 5p¹⁵

16. $R_1 = 21 \Omega$, $R_2 = 29 \Omega$
 $R_3 = 34 \Omega$
17. 6
18. 126 cm; 962 cm²
19. 72,22 cm; 415,265 cm²
20. omtrek 125,6 cm
oppervlakte 344 cm²
21. 160° 24' 25"
22. 4012,8 g
23. 0,5
24. $1\frac{1}{7} \Omega$
25. 15 en 39 cm
26. 48 en 60 cm
27. 120 en 22 cm
28. 25,5 en 22,5 cm
29. 65,25 en 47,25 cm
30. 47,25 en 65,25 cm