



OLIVIERO
TOSCANI

15 OKTOBER 1964

Warmte - Licht - Kracht 64-079

B. VAN ZANTEN

(Vervolg van blz. 204)

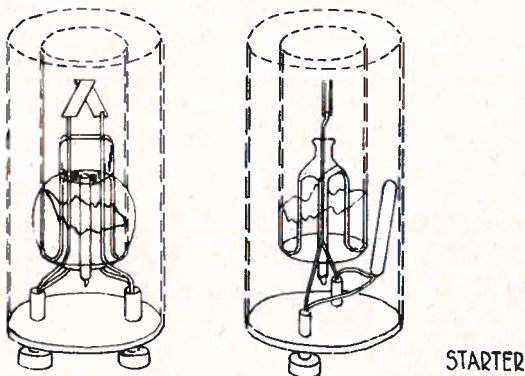
Figuur 9 op blz. 203 in het julinummer laat U nog eens zien op welke wijze de faseverschuiving tussen de factoren door middel van vectoren kan worden voorgesteld.

In de schakeling van figuur 8 is een nieuw apparaat opgenomen, de zgn. *starter*.

Genoemde starter bestaat uit een glazen ballonnetje, dat gevuld is met edelgas. Van de twee elektroden, welke zich in het ballonnetje bevinden, bestaat er één uit een bimetaal. Deze starter is tijdens de ontsteking in serie geschakeld met de smoorspoel en vergroot de kortsluitstroom van het apparaat.

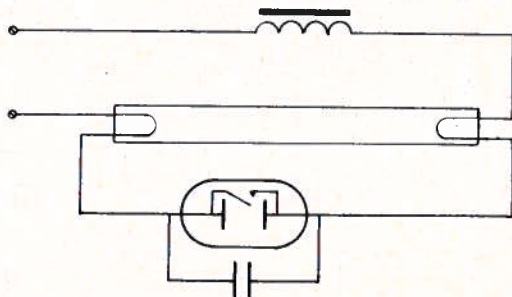
Nadat de ontsteking heeft plaatsgevonden wordt de starter, door onderbreking van het bimetaal, buiten gebruik gesteld. Figuur 10 laat U deze starter zien.

FIG. 10



Opgemerkt wordt, dat het glazen buisje is gevat in een aluminium kokertje; dit ter voorkoming van beschadiging. Wanneer de spanning wordt ingeschakeld, komt deze te staan op de elektroden van de starter. Als gevolg hiervan wordt een lading gebracht op de elektroden van het apparaat. Door de daarbij vrijkomende warmte functioneert het bimetaal en sluit daarbij het contact. Het bimetaal kan dus gezien worden als een schakelaar tussen de beide elektroden. Wanneer we nu het schema van figuur 11 bezien dan zien we, dat na

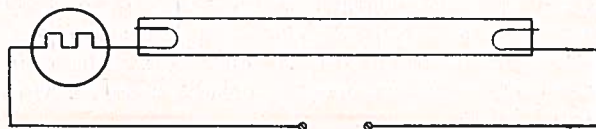
FIG 11



sluiting door het bimetaal van de starter de stroom door de smoorspoel vloeit en via de lampelektroden naar het net gaat. Door deze zgn. *kortsluitstroom* worden de elektroden in de buis verhit, waardoor een goede en betrouwbare ontsteking is gewaarborgd. Als gevolg van de ontsteking koelt het bimetaal weer af en wordt de kortsluitstroom onderbroken. Aan de lampklemmen ontstaat nu een hoge spanningspiek — mede veroorzaakt door de smoorspoel — welke tot gevolg heeft, dat er ontsteking volgt. De ontsteking wordt mede veroorzaakt, doordat de elektroden van de lamp waren verhit. Onmiddellijk daalt nu de spanning aan de lamp tot de zgn. *brandspanning*. Hierdoor is nu dus ook de starter buiten gebruik gesteld, aangezien de brandspanning veel lager is dan de spanning, welke dient voor ontsteking van de starter. Verder is in de schakeling van figuur 8 een extra spoel opgenomen. Deze zgn. *startspoel* is tijdens de ontsteking in serie geschakeld met de hoofdspoel. Dit laatste is bij bepaalde typen capacitieve voorschakelapparaten noodzakelijk, omdat de kortsluitstroom, nodig om de lampelektroden te verhitten, te laag is. De condensator in figuur 11 parallel aan de starter, dient om eventueel optredende radiostoringen te verminderen c.q. te voorkomen.

Naast de rechte buisvormige TL-fluorescentiebuisen, welke in verschillende vermogens, typen en lichtkleuren verkrijgbaar zijn bestaat er ook een cirkelvormig type. Dit type wordt veelal toegepast voor decoratieve doeleinden en daar waar door plaatsruimte de rechte buizen niet kunnen worden toegepast. Genoemde lampen worden geleverd in de vermogens van 32 en 40 W. Aangezien deze buizen, met betrekking tot hun elektrische eigenschappen, overeenkomen met de rechte TL-fluorescentiebuisen worden in deze ook starters en voorschakelapparaten gebruikt. Al deze TL-fluorescentielampen hebben een hoog rendement indien de juiste druk van de damp in de buis aanwezig is. Deze druk wordt bepaald door de wandtemperatuur, welke in het midden aan de onderzijde van de buis het laagst is. Wanneer de omgevingstemperatuur gaat stijgen, neemt ook de dampdruk in de buis toe, aangezien tijdens het in bedrijf zijn van deze lampen nog vloeibaar kwik aanwezig is. Het blijkt dat door verhoging van de buiswandtemperatuur ook de lampstroom gaat toenemen. Hierdoor zal het voorschakelapparaat, dat deze stroom levert, extra verhit worden. In ruimten, waar zeer lage temperaturen niet tot de zeldzaamheden behoren, zijn deze lampen ongeschikt. Hier dient men gebruik te maken van zgn. *kwiklampen*. Het zou te ver voeren ook dit type lampen aan een onderzoek te onderwerpen, doch wel is het van belang te weten, dat de ontwikkeling heeft geleid tot de vervaardiging van startloze fluorescentielampen. Genoemde lamp is voorzien van een zgn. ontsteekstrip, welke door middel van een weerstand verbonden is aan een van de beide elektroden. Het lampoppervlak is behandeld met silicone, waardoor een snelle ontsteking gewaarborgd is in een vochtige omgeving. Fig. 12 toont u het werkingsschema. We zien dat in deze schakeling de mechanische starter ontbreekt, terwijl als stroombegren-

FIG 12



zer een zgn. „Stabilux”-lamp toegepast wordt. We weten dat voor de reeds beschreven TL-fluorescentielampen de beide lampelektroden worden voorverwarmd, terwijl de spanningsstoot wordt veroorzaakt door de zelfinductie van de smoorspoel. Zoals reeds beschreven vindt het sluiten en verbreken met de starter plaats. In het schema van fig. 12 kan deze laatste niet worden toegepast, aangezien de lamp dan zou worden overbelast. Vanzelfsprekend zullen deze lampen dan een ontsteekspanning moeten hebben, welke beneden de netspanning blijft.

Dit laatste is bereikt door de reeds beschreven geleidende strip. Na het inschakelen ontstaat een glimontlading tussen de elektrode en de strip. Deze glimstroom vloeit alleen gedurende de momenten, waarop deze elektrode negatief is ten opzichte van de strip. In elke volgende interval breidt de ontlading zich verder uit. Aangezien de weerstand van de strip steeds minder zal worden neemt bijgevolg de stroomintensiviteit steeds toe. Tenslotte ontstaat tussen beide elektroden een boogontlading. Genoemde lampen hebben bij het inschakelen meer te verduren dan de normale TL-fluorescentielampen en als gevolg hiervan is dit type lampen voorzien van elektroden, welke bestaan uit een spiraal, waarin een grote hoeveelheid emitterend materiaal kan worden opgeborgen. Om deze spiraal bevindt zich een metalen ring, welke het eventueel verstoven of verdampde emittermateriaal opvangt. Het komt er op neer dat deze TL-buis praktisch direct ontsteekt, terwijl door het niet aanwezig zijn van een mechanische starter de mogelijkheid tot storingen is verminderd. Ook zijn deze typen, wat het inschakelen betreft, onafhankelijk van de atmosferische toestand. We hebben allen wel eens gemerkt dat, wanneer de levensduur wordt overschreden, een hinderlijk flikkeren kan ontstaan. Deze fout kan bij het laatste bedoelde buistype niet ontstaan, aangezien bij overschrijding van de levensduur de elektroden doorsmelten en het circuit dus onderbroken wordt. Samenvattend kunnen we dus stellen, dat deze lamptypen onder bepaalde omstandigheden belangrijke voordelen bieden ten opzichte van de reeds beschreven TL-fluorescentiebuisen. Wat de lichtstroomvariëaties van de TL-fluorescentielampen betreft is bekend, dat deze recht evenredig zijn met de spanningsvariëaties. Is de spanning te laag, dan zal de ontsteking aarzelen, waardoor de levensduur van de lampen terugloopt. Een te hoge spanning is nadelig voor het voorschakelapparaat en de Stabiluxlamp. We weten dat de frekwentie van invloed is op de zelfinductie, hetgeen zeggen wil dat, indien de netfrekwentie zich wijzigt, de zelfinductie van het apparaat ook een andere waarde verkrijgt. Frekwentie-variëaties van 5 % zijn niet van belang. Bij omgevingstemperaturen welke *boven* het niveau van 50 °C liggen neemt de lampstroom toe, waardoor de levensduur van de lampen en voorschakelapparaten belangrijk wordt benadeeld. Een belangrijke oorzaak van vermindering in de lichtsterkte kan gezocht worden in stof- en of vuilafzetting op de lampen en armaturen. Uit metingen aan verschillende installaties is gebleken, dat na een bepaalde tijd de lichtterugval door vervuiling 15 tot 40 % bedroeg. Het is dus van belang dat op gezette tijden deze apparatuur wordt gereinigd, tenminste voor zo ver dit in de praktijk mogelijk is en de personeelsbezetting dit toelaat. Wij moeten er wel op wijzen, dat het aanbeveling verdient dit schoonmaken te laten uitvoeren met water en spons, aangezien afstoffen vrijwel niet het gewenste resultaat oplevert.

voor de vakman en de monteur

door E. Lektron

We willen nog eens terugkomen op het onderwerp in ons eerste artikel.

Wanneer we een blanke koperdraad met de loupe bekijken, dan zien we aan de oppervlakte oneffenheden, welke er bij het trekken van de draad in gekomen zijn.

Bij verdere vergroting van het beeld onder een microscoop komt de kristalvorm van het koper reeds naar voren. Zou men zulk een kristal met mechanische middelen fijn kunnen maken, dan verkrijgt men tenslotte het kleinste deeltje, dat mechanisch niet meer te verkleinen is.

Bij de scheikundige elementen (dat zijn de grondstoffen) noemt men deze deeltjes: *atomen*; bij een scheikundige verbinding heten deze kleinste deeltjes: *moleculen*. Moleculen bestaan uit tenminste twee verschillende atomen, welke mechanisch niet te scheiden zijn.

Theoretische overwegingen en vele proefnemingen hebben tot de ontdekking geleid, dat ook de atomen zich nog in kleinere deeltjes laten splitsen. Een atoom bevat een kern, met één of meer *elektronen* daaromheen. Het is alsof een atoom bestaat uit een zonnesysteem met een diameter van ongeveer 0,000.000.01 cm, waarbinnen zich de altijd negatief ge-

laden elektronen in ruimtelijke banen om de positief geladen kern bewegen.

Naar buiten zijn alle atomen, zelfs die van de radio-actieve stoffen (als: radium, uranium, enz.) elektrisch neutraal. Het aantal positieve ladingsdeeltjes van de kern is dan evengroot als dat van de omzwevende elektronen; zie fig. 5b. Een atoom lijkt positief geladen, als het aantal elektronen kleiner is als de lading van de positieve kern; fig. 5a. Is daarentegen het aantal elektronen groter, dan heeft het atoom een positieve lading; fig. 5c. Hieruit volgt, dat het elektron als kleinste ladingdrager, een zeer belangrijk deel is voor de verklaring van vele elektrische verschijnselen. Het bepaalt de soort van lading van een voorwerp, de grootte van de spanning en van de stroom. Ook de elektrische weerstand van een materiaalsoort hangt in bepaalde verhoudingen van de elektronen af.

Spanning is er, als er bij vergelijking van twee punten een verschillende lading van de atomen bestaat. Heeft bijv. een punt in een stroomcircuit in vergelijking met een ander punt een overschot aan elektronen, dan is er een potentiaalverschil aanwezig. De grootte van het potentiaalverschil tussen twee punten is een

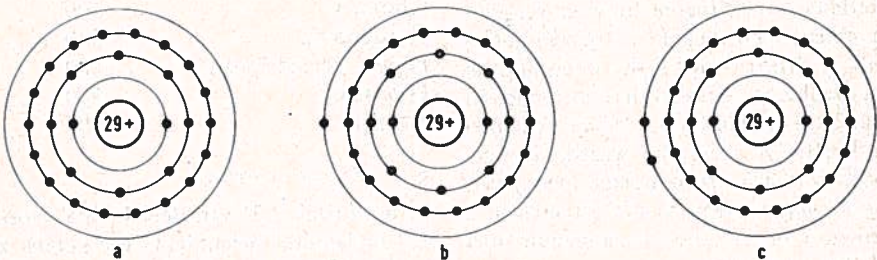


FIG. 5

maat voor de kracht, waarmede de elektronen enerzijds uit hun atoomverband worden getrokken, anderzijds op punten met een overschot aan elektronen worden geperst; fig. 6. Wanneer men twee van



FIG. 6

zulke punten door een elektriciteitsgeleider met elkaar verbindt, dan zullen de elektronen van de negatieve lading zolang naar de positieve kant lopen, tot het verschil in potentiaal opgeheven is.

Dit verplaatsen van elektronen, ook wel als elektronenstroom aangeduid, is *stroom* (fig. 7).

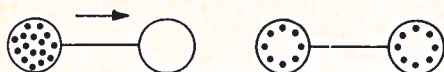


FIG. 7

De grootte van de stroom hangt af van het aantal elektronen, dat in een bepaalde tijd door de doorsnede van de draad vloeit. Daarin heerst een stroom van 1 ampère (A), wanneer in de tijd van 1 sec $6,28 \cdot 10^{18}$ (6,28 triljoen) elektronen worden verplaatst.

Weerstand ontstaat door de wrijving van de elektronen tegen elkaar en door de meer of minder sterke binding van de elektronen aan de positieve kern in de atomen van het geleidend metaal. Elk metaal, zelfs het best-geleidend, biedt aan de elektronenstroom een weerstand, welke in Ω (ohm) wordt gemeten. Teneinde de materialen onderling te kunnen vergelijken rekent men met de *soortelijke weerstand* ρ (rho); dat is de weerstand in ohm, welke een draad van 1 m lengte en 1 mm² doorsnede bij 15 °C van dat metaal heeft. De reciproke waarde (omgekeerde waarde) ervan noemt men *geleidingsvermogen*; deze wordt gemeten in S (siemens) of in mho en aangeduid met de letter γ (gamma).

De onderlinge samenhang van spanning, stroom en weerstand vinden we in de wet van Ohm, waarop we later terugkomen.

In § 1 spraken we reeds van goede en van slechte geleiders of isolatoren. In feite liggen de grenzen zeer ver uiteen. Eerst bedoelde materialen (de metalen en kool) hebben bijna geen weerstand, de laatste (gassen, luchtledig of droge lucht) bezitten een nagenoeg oneindig hoge weerstand en geleiden dus praktisch niet. Er bestaan echter geen geleiders met een soortelijke weerstand gelijk aan 0 of isolatoren met een oneindig hoge weerstand. Terwijl in de geleiders de elektronen relatief zwak aan de kern gebonden lijken en erg beweeglijk zijn, zitten ze in de niet-geleiders veel vaster aan de atoomkern gebonden. De elektronen in een isolerende stof kunnen zich onder spanning slechts een weinig verschuiven, echter niet verplaatsen. Het lijkt alsof ze met sterke elastiekjes aan de kern gebonden zijn; overschrijdt de spanning evenwel de trekkracht van deze elastische draden dan knappen deze af; er ontstaat dan plotseling een sterke elektronenstroom. Er vindt *doorslag* plaats en de isolator is defect.

Onder *doorslagvastheid* verstaat men de spanning in kV, welke een isolerend materiaal per cm lengte kan uithouden, zonder door te slaan.

Ter vergelijking volgen hier enkele voorbeelden:

Bakeliet	80 à 100 kV/cm
Glas	150 "
Glimmer	800 "
Hardgummi	340 "
Papier, geparaffineerd	400 "
Porcelein	360 "
Steatiet	300 "

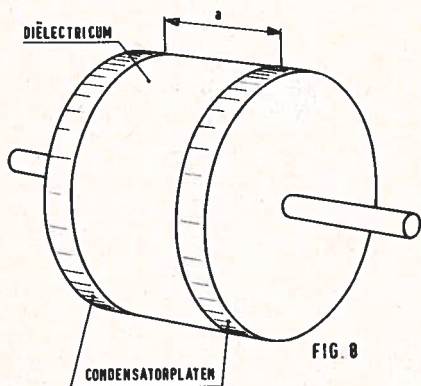
§ 9. Condensatoren.

In hoofdstuk XV van deel I VEV wordt de condensator behandeld. We komen ze in de telecommunicatietechniek veel tegen

en willen deze daarom ook eens wat nader gaan bezien.

In principe bestaat een condensator uit twee geleiders gescheiden door een niet-geleider; hij vertoont de eigenschap een hoeveelheid elektriciteit te kunnen vasthouden.

De eenvoudigste vorm van de condensator is getekend in fig. 8; twee tegenover el-



kaar staande metalen plaatjes, welke van elkaar gescheiden zijn door een isolerend plaatje (het diëlektricum).

Zolang er geen spanning op aangesloten wordt, zijn beide platen elektrisch neutraal; op geen van beide is een tekort of een overschot aan elektronen (fig. 9). De

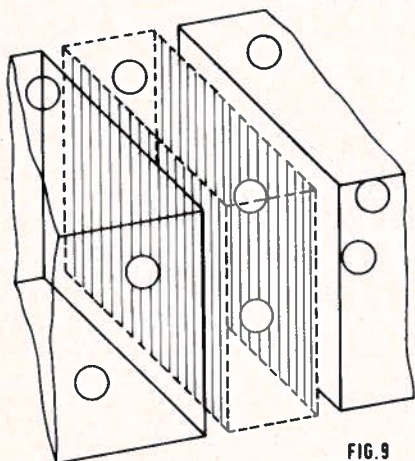


FIG. 9

elektronen in het diëlektricum zijn — zoals we gezien hebben — zeer aan hun plaats gebonden.

Bij het aansluiten van een spanningsbron (potentiaalverschil) zullen de elektronen proberen zich te verplaatsen; fig. 10. In

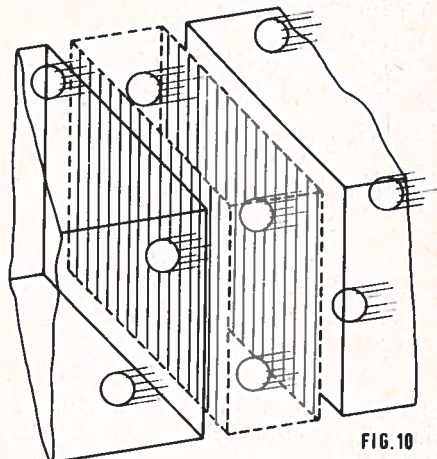


FIG. 10

de isolerende tussenlaag is dit slechts in geringe mate mogelijk. Hoe groter de spanning gemaakt wordt, hoe groter de kracht en daarmee de verschuiving van de elektronen; fig. 11. De spanning mag vanzelfsprekend niet zó groot gemaakt worden, dat de bindende kracht tussen de atoomkern en de elektronen overschreden

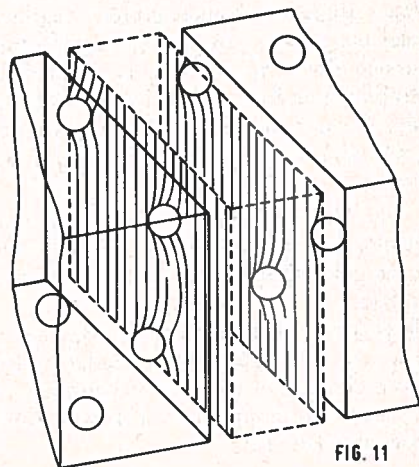


FIG. 11

wordt; de elektronen krijgen dan nl. de mogelijkheid te gaan stromen: het diëlectricum slaat door, fig. 12.

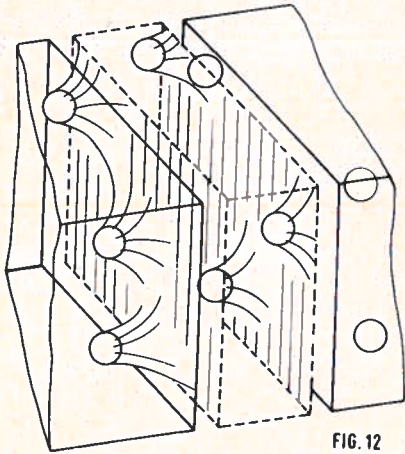


FIG. 12

Bij het aansluiten van een passende gelijkspanning vloeit er door de aansluitdraden dus maar even een stroom, welke de *laadstroom* wordt genoemd.

De grootte van deze laadstroom hangt af van:

a. de grootte van de aangelegde *spanning*;

b. van de *grootte van de platen*; bij een grotere plaat is het aantal van de naast elkaar liggende atomen groter, waardoor méér elektronen aan de verschuiving mee kunnen doen. In fig. 13a is voorgesteld een plaat van bijv. 3 cm², in fig. 13 b van bijv. 6 cm²; in het laatste geval kunnen 2 x zoveel elektronen meedoen dan in het eerste;

c. van de *afstand tussen de platen*. Hoe kleiner deze afstand is, des te beter kan de aangelegde spanning op de elektronen werken.

Elk elektron biedt toch aan de uitgeoefende kracht een tegenwerking, zodat bij het achter elkaar van meerdere elektronen op de laatste steeds minder kracht wordt uitgeoefend; fig. 14;

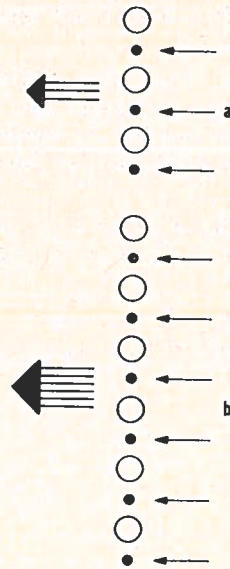


FIG. 13

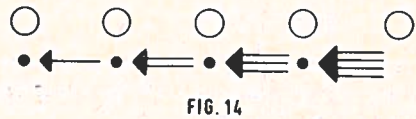


FIG. 14

d. van de *eigenschappen van de isolerende stof*, omdat de beweeglijkheid van de elektronen van de soort van de isolator afhankelijk is.

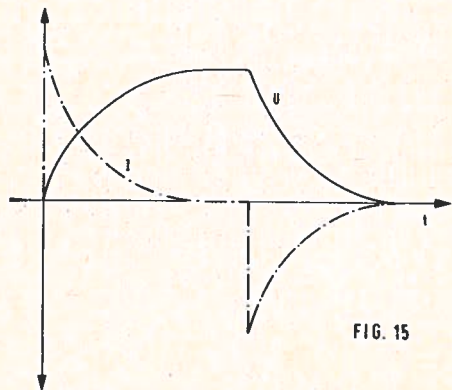


FIG. 15

De stroom in de condensatorkring is bij het aansluiten van een gelijkspanning niet constant. In het begin kunnen de elektronen gemakkelijk worden bewogen, omdat er nog geen tegenkracht wordt uitgeoefend; de stroom is dan dus groot; fig. 15. De sterkte ervan neemt echter regelmatig af en verkrijgt de waarde = 0, zodra de spanning van de condensator gelijk is geworden aan de aangelegde spanning; deze zijn echter tegengesteld aan elkaar. Fig. 16.

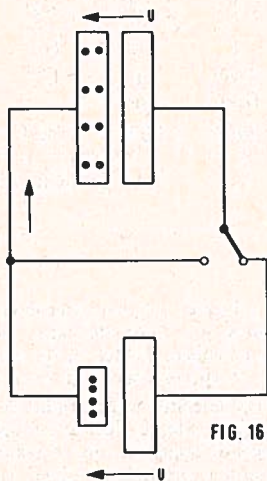


FIG. 16

De elektronen laten zich niet meer verschuiven; in de condensator heerst een spanningstoestand, doordat de uit de ruststand gebrachte elektronen zullen blijven trachten, de oorspronkelijke plaats weer in te nemen. Neemt men de aangelegde spanningsbron weg, dan blijft de spanning in de condensator bestaan. Pas wanneer men de beide platen door een geleider (koperdraad) verbindt, dan vloeien de elektronen van de ene plaat naar de andere terug. De condensator wordt dan ontladen: spanning en stroom worden weer = 0; fig. 17.

Daarbij dient ook weer te worden opgemerkt, dat de stroom in het begin zeer groot is, omdat dan de spanning nog op zijn maximale waarde is; zie fig. 15.

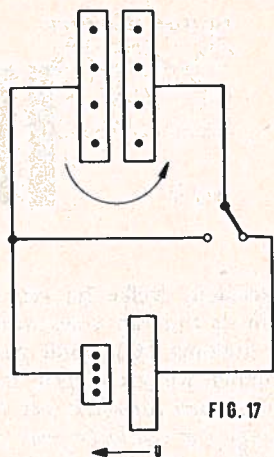


FIG. 17

Sluit men in plaats van een gelijkspanning — waarvan de richting dus steeds dezelfde is — een wisselspanning op de condensator aan, dan wordt de condensator voortdurend geladen en ontladen. Hierdoor ontstaat dus een voortdurend heen en weer vloeien van elektronen en wanneer bijv. een wisselstroombel in deze stroomkring zou zijn opgenomen, dan zou deze overgaan. Met andere woorden:

Een condensator laat wisselstroom schijnbaar door en houdt gelijkstroom tegen; zie fig. 18. De wisselstroomweerstand van een condensator kan heel klein zijn, terwijl de gelijkstroomweerstand praktisch oneindig groot is. De wisselstroomweerstand wordt kleiner, naarmate de aangelegde wisselstroom vaker van richting verandert, d.w.z. hoe hoger de frequentie is.

De mogelijkheid om elektriciteit op te nemen noemen we de *capaciteit* van de condensator; deze wordt gemeten in *farad* (*F*).

Een condensator heeft een capaciteit van 1 farad, wanneer bij een spanning van 1 volt een stroom van 1 ampère 1 seconde lang vloeit.

In § 8 hebben we gezien, dat de hoeveel-

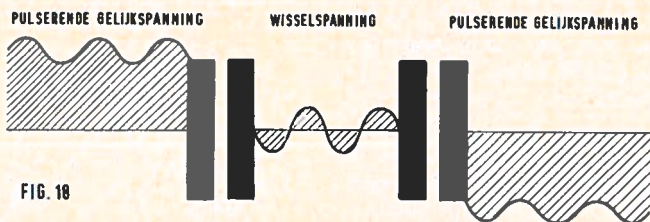


FIG. 18

heid elektriciteit, welke bij een stroom van 1 A in de tijd van 1 sec wordt verplaatst, 1 coulomb (C) wordt genoemd; daarom kunnen we ook zeggen: *Een condensator heeft een capaciteit van 1 F, als bij tengevolge van een lading van 1 C een spanning krijgt van 1 V.*

Omdat de eenheid 1 F voor gebruik in

de praktijk veel te groot is, worden veelal de volgende toegepast:

	F	μF	nF	pF
1 F	1	10^6	10^9	10^{12}
1 μF	10^{-6}	1	10^3	10^6
1 nF	10^{-9}	10^{-3}	1	10^3
1 pF	10^{-12}	10^{-6}	10^{-3}	1

(wordt vervolgd)



„Wat het oog niet ziet, het hart niet deert” is een van die gezegdes die door de jaren heen hun waarde bewezen hebben. Echter in de veiligheidstechniek gaat dit spreekwoord dit keer niet op! Immers bij verspanende werkzaamheden is het juist dat geniepige, kleine deeltje of splintertje, dat al wegvliegend, ongezien ons oog kan treffen en dan met minder prettige gevolgen en zo via het oog „het hart wel degelijk deert!”

Maar gelukkig zijn daar de veiligheidsbril en de VEILIGHEIDSWET, welke laatste de WERKGEVER verplicht om bepaalde persoonlijke beschermingsmiddelen te verschaffen, en de WERKNEMER om ze dan ook te gebruiken.

Ook de werknemer heeft dus verplichtingen ingevolge de Veiligheidswet.

En waarom zou u die veiligheidsbril niet dragen?

Omdat het zo opvalt?

Omdat hij u hindert?

Omdat hij te zwaar is?

Omdat u speciale glazen „op sterkte” gebruikt?

Allemaal ongegronde excuses want er zijn: moderne, lichtgewicht en goed passende brillen met op sterkte geslepen veiligheidsglazen..... ook voor u..... juist voor u..... voor uw gespecialiseerde arbeid..... voor uw ogen..... Inderdaad volgens de Veiligheidswet die voor uw veiligheid werd ingediend en aangenomen.

Zet 'm gerust op, want dáár staat het in!



Examenvragen

64-081

1. Door vijf in serie geschakelde weerstanden gaat een stroom van 20 A.

De spanningsverliezen bedragen in de eerste weerstand 60 V, in de tweede 20 V, in de derde 80 V.

De waarde van de vierde weerstand bedraagt 2 ohm, die van de vijfde 3 ohm.

Gevraagd wordt te berekenen:

R totaal, r_1 , r_2 , r_3 , u_4 , u_5 en U totaal.

2. Op een spanning van 220 V zijn vier in serie geschakelde weerstanden aangesloten.

Het spanningsverlies in de eerste weerstand is 65 V, in de vierde weerstand bedraagt dit 35 V.

$r_2 = 14$ ohm, $r_3 = 10$ ohm.

Bereken I, R totaal.

r_1 , u_2 , u_3 en u_4 .

3. Op een spanning van 96 volt worden drie in serie geschakelde weerstanden aangesloten.

$r_2 = 5$ ohm, $r_3 = 15$ ohm

Het spanningsverlies in r_1 bedraagt 16 V.

Gevraagd wordt te berekenen:

I totaal, r_1 , u_2 en u_3 .

4. Er worden vier in serie geschakelde weerstanden aangesloten op een spanning van 180 V.

De weerstanden bedragen, $r_1 = 12$ ohm, $r_2 = 17$ ohm, $r_4 = 18$ ohm.

In de derde weerstand is het spanningsverlies 39 volt.

Bereken:

I, R totaal, u_1 , u_2 en u_4 .

5. Een staaf koper, met afmetingen van 20 x 4 x 2 cm wordt in een bak water gelegd.

S.g. van koper is 8,9

S.g. van water is 1

Gevraagd wordt:

- Het gewicht van de koperstaaf.
- De opwaartse kracht in het water.
- Het schijnbare gewicht in het water.

VAN HET EXAMEN IV

64-082

Wilt ge hieruit iets leren?

Neem dan — alvorens verder te lezen — een blad papier en bedek deze bladzijden. Schuif het papier nu regel voor regel naar beneden en probeer eerst zelf de vragen van de examinerator te beantwoorden. De leerling op het examen behaalde een heel mooi cijfer. U kunt zich zelf een cijfer toekennen.

N.B. Veelvuldig gegeven foutieve antwoorden zijn cursief gedrukt!

Examinerator (E): Wat heb ik hier getekend? (Fig. 1)

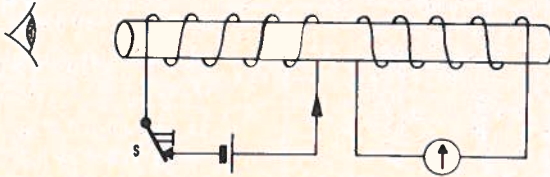


FIG. 1

Leerling (L): Een ijzeren staaf met 2 wikkelingen erom. Op de linker wikkeling is een batterij verbonden en op de rechter een galvanometer.

E: Zal de galvanometer uitslaan?

Pas op! Hier wordt heel vaak „Ja” geantwoord!

L: Neen, want er loopt geen stroom door de rechter wikkeling.

E: Maar in de linker wikkeling loopt toch wél stroom en dus zal er toch wel een magnetisch veld zijn.

L: Ja, maar omdat de batterij gelijkstroom levert, is het veld constant en dan wordt er geen emk in de tweede wikkeling opgewekt.

E: In welke richting lopen hier de krachtlijnen?

Leerlingen 1, 2 en 3: Naar links.

Let wel! Dat is fout.

E: Hoe bepaal je dat?

L 1: Met de rechterhandregel (maar de leerling gebruikt de linkerhand en komt daardoor verkeerd uit!)

L 2: Met de rechterhandregel (hij houdt de palm van de rechterhand echter op het papier, zodat de stroom niet in de richting naar de vingertoppen loopt en trekt daardoor ook een verkeerde conclusie).

L 3: (kijkt tegen het linkereinde van de staaf naar rechts, draait met de wijsvinger rechtsom, onderwijl de hand naar zich toehalend): De stroom loopt rechtsom, komt naar me toe, dus krachtlijnen naar links.

Leerling 4 komt tot het juiste antwoord, nl: de krachtlijnen lopen in het ijzer naar rechts.

(Het bepalen ervan was nogal omslachtig, doordat hij de tekening overmaakte volgens fig. 2).



FIG. 2

E: De krachtlijnen lopen in het ijzer naar rechts, maar dat is veel eenvoudiger te bepalen, wanneer men niet — zoals leerling 4 deed — naar de draaddoorsnede ziet, maar naar de *winding om het ijzer*.

Uit fig. 2 blijkt nl. duidelijk, dat wanneer men — van links naar rechts op de doorsnede van de kern kijkend — in een cirkelvormig gebogen draad de *stroom rechtsom* ziet lopen, dat dan de *krachtlijnen* daarbinnen *van U af* lopen.

Dit zijn toch de bij elkaar behorende bewegingen van een kurkentrekker of van een houtschroef e.d.

Wanneer men de handgreep van de kurkentrekker (of de kop van de schroef) rechtsom draait, dan gaat de kurkentrekker (of de schroef) van U af.

Indien men dan als regel houdt, dat men steeds tegen die kant van de doorsnede kijkt, dat men de stroom *rechtsom* ziet lopen, dan lopen de krachtlijnen altijd *van U af*!

Er is dan geen verschil tussen de richting van de krachtlijnen in fig. 1 en

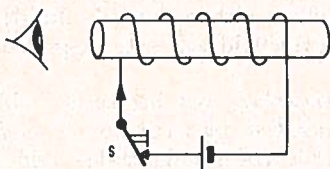


FIG. 3

fig. 3. In beide gevallen ziet men de stroom rechtsom lopen — en blijft bij beschouwing van één winding steeds even ver van U verwijderd — zodat men de krachtlijnen van zich af (naar rechts) ziet lopen. Dat in het eerste geval de stroom aan het rechtereind van de spoel intreedt en bij het linkereind eruit — en in geval twee andersom — doet aan de richting van de krachtlijnen niets af. De rechterhandregel is doelbewust uit het Theorie-

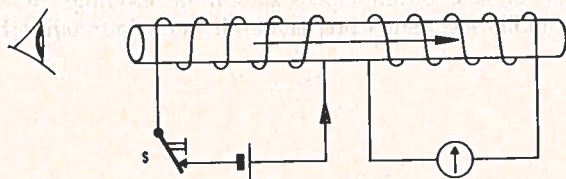


FIG. 4

boek weggelaten, omdat deze voor velen moeilijk is toe te passen. Aan de leraren het verzoek deze regel in de les ook nooit meer te gebruiken!
 Nadat dan — zoals in fig. 4 getekend — bepaald is, dat de opgewekte krachtlijnen naar rechts lopen, dan vervolgt:

E: Wat gebeurt er, wanneer schakelaar S wordt geopend?

L: Dan vallen de naar rechts gerichte krachtlijnen weg. In de tweede wikkeling wordt door de verandering van het aantal omvatte krachtlijnen en emk geïnduceerd, die een stroom doet ontstaan, welke zal proberen dit krachtlijnen-veld in stand te houden (*bij werkt dus volgens de Wet van Lenz de oorzaak van zijn ontstaan tegen*). Wanneer ik — als in fig. 4 getekend — van links naar rechts tegen de kern kijk en dus de op te wekken krachtlijnen achterna zie, dan moet de stroom rechtsom lopen, d.w.z. door de galvanometer naar links (fig. 5).

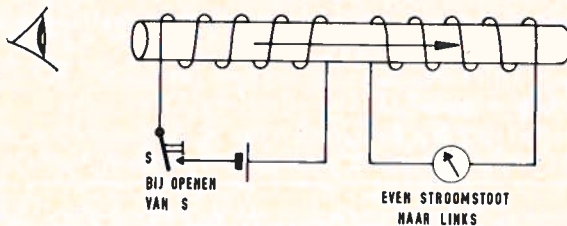


FIG 5

Let wel! Er wordt zo dikwijls gezegd, dat de opgewekte inductiestroom de oorspronkelijke stroom moet tegenwerken. Dat gaat toch moeilijk, want de beide stromen lopen niet in dezelfde draad! Ook is het op te wekken veld niet altijd tegengesteld aan het oorspronkelijke, zoals uit het vorenstaande blijkt.

Bij *ontstaan* of *versterking* van het eerste veld zal het tweede (geïnduceerde) veld *tegenwerken*; bij *wegvallen* of *kleiner worden* van het eerste veld loopt het tweede (of geïnduceerde) veld *in dezelfde richting*!

Voor het bepalen van de richting van de geïnduceerde emk *moet men zich altijd afvragen:*

Wat gebeurt er?

- Wordt het *aantal omvatte* krachtlijnen *groter* of *kleiner* en
- In *welke richting* lopen de oorspronkelijke. om tot de conclusie te komen:

dan moeten de opgewekte krachtlijnen naar rechts of naar links, naar beneden of naar boven lopen, al naar de tekening dit vraagt. Deze krachtlijnen kijkt men dan achterna, om de inductiestroom rechtsom te zien lopen!

(wordt vervolgd)

Naar aanleiding van een vraag van enkele onzer lezers om eens een beschrijving van de Hygronoom met een natuurkundige verklaring ervan te willen geven, voldoen we bij deze gaarne aan dat verzoek.

I. Inleiding.

Gebleken is dat de toestand van de lucht in ruimten waar automatische telefoonapparatuur staat opgesteld, van grote invloed is op de goede werking van deze apparatuur.

De lucht kan *te droog zijn*, waardoor isolaties optreden doordat het stof minder gebonden wordt, terwijl uitdrogingsverschijnselen van isolatiemateriaal tot gevolg kunnen hebben dat contacten ontregelen; de lucht kan ook *te vochtig zijn*, waardoor oxyderen van metalen delen en doorslaan van kabels kan optreden, terwijl pertinaxstroken vocht kunnen opnemen, dat er nooit meer uit te krijgen is. Het gevolg ervan is een te lage isolatieweerstand.

Behalve de hierboven genoemde verschijnselen treden er ook nog andere op, zoals wegzakken van het geluid en knakgeluiden.

Tussen te droge en te vochtige lucht ligt een bepaalde conditie van de lucht, welke het meest geschikt is. Om deze bepaalde *vochtigheidstoestand* te bereiken, worden in de telefooncentrales van PTT luchtbevochtigers of luchtdrogers toegepast, resp. in bewaakte en onbewaakte telefooncentrales.

Om te bepalen in welke conditie de lucht zich bevindt, maakt men gebruik van de volgende meetinstrumenten, welke achtereenvolgens behandeld zullen worden:

- a — de Lambrecht polymeeter
- b — de Slingerpsychometer
- c — de Hygronoom

Alvorens met de beschrijving van deze meetinstrumenten begonnen wordt, zullen eerst de begrippen:

- relatieve vochtigheid (RV)
- absolute vochtigheid
- dampspanning (Pt)
- dauwpunt (T)
- enz.

aan de hand van natuurkundige proeven duidelijk gemaakt worden.

II. Begrippen.

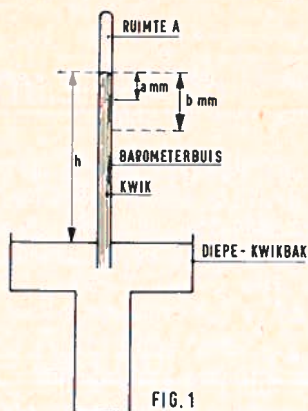
Water komt in vloeibare vorm, vaste vorm (ijs) en *gasvormige toestand* (waterdamp) voor. Over deze laatste toestand zullen we het voornamelijk hebben. Daar we uit de natuurkunde weten dat alle gassen, waaronder dus ook *waterdamp*, zich hetzelfde gedragen, nemen we, om de volgende proeven gemakkelijker te doen verlopen, i.p.v. water *ether*, omdat ether gemakkelijker verdampt.

1. *Proef 1* Hierbij maken we kennis met de begrippen:

- dampspanning (P_t)
- max. dampspanning (P_{tmax})

Voor deze proef hebben we nodig: barometerbuis, diepe kwikbak en kwik.

Opstelling.



- a. Lucht is een mengsel van gassen, waarvan stikstof (ruim 78 %) en zuurstof (bijna 21 %) de voornaamste bestanddelen vormen. Deze gassen tesamen oefenen een druk (*dampkringsdruk*) uit, die men met een barometer kan meten.

In de opstelling van fig. 1 is, indien ruimte A luchtledig is, het hoogteverschil h tussen de beide kwikniveaus een maat voor de dampkringsdruk. In ons land varieert deze afhankelijk van de weersgesteldheid ongeveer tussen 78,5 en 72 cm. D.w.z. op elke cm^2 van het aardoppervlak heerst een druk, gelijk aan het gewicht van een kolom kwik met een hoogte tussen 78,5 en 72 cm en een doorsnede van 1 cm^2 .

- b. Brengen we in de luchtledige ruimte A wat ether aan dan zal dit gaan verdampen en we zien daardoor het kwik dalen, bijv. $a \text{ mm}$. Men zegt dan: het ingebrachte, gas oefent een druk uit van $a \text{ mm}$ kwik, ofwel de *dampspanning* (P_{t1}) bedraagt $a \text{ mm}$ kwik.
- c. Brengen we vervolgens nog een beetje ether in deze ruimte A, dan zullen we het kwik nog verder zien dalen (totale daling nu bijv. $b \text{ mm}$). De dampspanning bedraagt nu $b \text{ mm}$ kwik.
- d. We kunnen het bovenstaande meerdere malen herhalen en zien steeds het kwik nog verder dalen.

De dampspanning en het gewicht in g van de ingebrachte ether in een grafiek uitgezet geeft van $O-P$ ongeveer het verloop als in fig. 2 getekend.

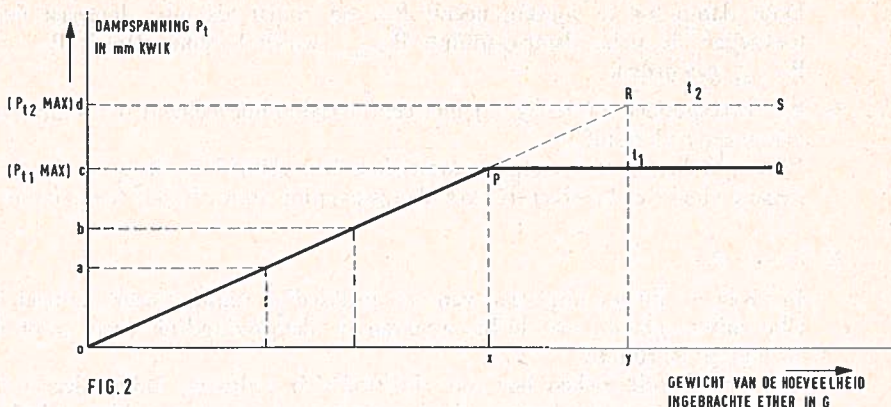


FIG. 2

- e. Brengen we steeds meer ether in ruimte A, dan zien we op een gegeven moment dat een bepaald gedeelte van de ingebrachte ether niet meer verdampst en het kwik niet meer daalt en dus gelijk blijft, bijv. c mm. Men heeft nu de maximale waarde van de dampspanning bereikt. Deze waarde, in ons geval c mm kwik, noemt men de *max. dampspanning* ($P_{t_{max}}$) of de *verzadigingsdampspanning* (het verloop P—Q fig. 2).

Ter controle of we de max. dampspanning werkelijk bereikt hebben, duwen we de barometerbuis een eind in de kwikbak.

We zien dan dat *het verschil tussen de beide kwikniveaus gelijk blijft*, maar omdat het volume van de ruimte A kleiner wordt gaat een gedeelte van de verdampte ether, dat zich hierin bevindt, weer in vloeistof over.

- f. Opgemerkt dient te worden dat we in punten b, c, d en e steeds van *eenzelfde temperatuur* t_1 °C uitgegaan zijn!

Herhalen we bovenstaande proeven b, c, d en e bij een andere temperatuur bijv. een hogere $\rightarrow t_2$ °C, dan blijkt, dat de *max. dampspanning* $P_{t_2_{max}}$ die men nu meet groter is dan $P_{t_1_{max}}$, bijv. d mm kwik (het verloop R—S in fig. 2).

Om de max. dampspanning te bereiken moeten we i.p.v. x g ether bij temperatuur t_1 , y g ether bij temperatuur t_2 °C verdampen (zie ook fig. 2).

- g. *Conclusie's en opmerkingen.*

1. De *max. dampspanning* ($P_{t_{max}}$) is bij een lagere temperatuur kleiner, en groter bij een hogere temperatuur.

Als men over max. dampspanning spreekt, moet men dus de temperatuur erbij vermelden.

Indien we in deze beschrijving $P_{t_1_{max}}$ lezen, dan wil dat zeggen: de max. dampspanning bij een temperatuur van t_1 °C.

2. P_{t_1} geeft aan de dampspanning bij de temperatuur van t_1 °C. In de regel heerst in een ruimte met temperatuur t_1 °C niet $P_{t_1_{max}}$, doch een lagere, dus hier P_{t_1} genoemd.

Door damp toe te voegen, neemt P_{t1} toe, totdat als men doorgaat met toevoegen de max. dampspanning $P_{t1 \max}$ wordt bereikt, dan is $P_{t1} = P_{t1 \max}$ geworden.

3. P_{t1} correspondeert (zie fig. 2) met een bepaalde hoeveelheid in dampvorm overgegangene vloeistof.

Voor een lagere temperatuur vormt deze hoeveelheid in dampvorm overgegangene vloeistof dus weer de max. dampspanning voor *die* lage temperatuur.

2. Proef 2.

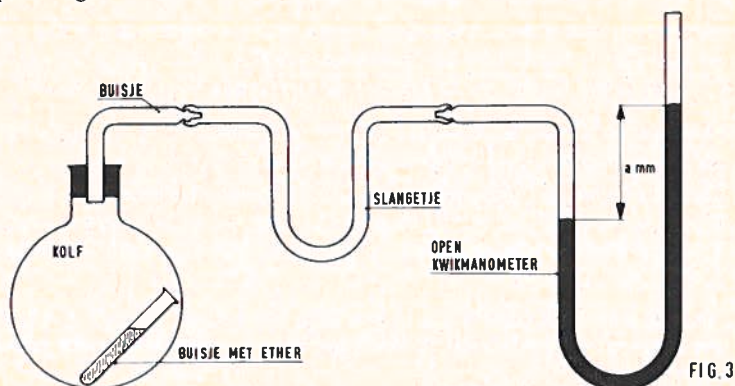
In proef 1 zijn we uitgegaan van een luchtledige ruimte, maar normaal is elke ruimte gevuld met lucht, waarvan de dampkringdruk even groot is als buiten die ruimte.

Om nu te onderzoeken hoe een vloeistof zich gedraagt, indien deze *niet* verdampt in een luchtledige ruimte maar in een ruimte gevuld met lucht, doen we proef 2.

Benodigheden voor deze proef.

- kolf met gummistop, waardoor een buisje is aangebracht.
- open manometer.
- slangetje.
- afgesloten reageerbuisje met ether.

Opstelling.



We brengen het afgesloten reageerbuisje in de kolf aan en we zien dat de kwikniveaus in beide benen van de manometer gelijk zijn, omdat in de kolf dezelfde dampingsdruk heerst als buiten deze kolf.

We schudden nu het reageerbuisje kapot en de ether hierin zal *gedeeltelijk* gaan verdampen, waardoor er een verschil tussen de kwikniveaus in de beide benen van de manometer zal ontstaan bijv. a mm.

Men zegt dan: de *overdruk* is a mm kwik. Deze overdruk van a mm kwik blijkt nu gelijk te zijn aan de max. dampspanning, welke we ook in proef 1 bij *dezelfde temperatuur* vonden!

Hieruit kunnen we dus concluderen, dat:

de spanning van het mengsel lucht met damp gelijk is aan de som van de spanningen, welke de lucht en de damp zouden uitoefenen indien zij afzonderlijk in de kolf aanwezig waren.

3. *Begrippen dauwpunt (T): absolute vochtigheid en relatieve vochtigheid (RV)*

a. *Dauwpunt.*

Zoals we gezien hebben kan men bij een bepaalde heersende dampspanning P_{t1} door afkoeling $P_{t \max}$ bereiken. ($t < t_1$) zie proef 1 punt g 3.

De waarde van de temperatuur waarbij men de max. dampspanning $P_{t \max}$ bereikt, noemt men het *dauwpunt* T. ($t = T$) Het dauwpunt T is dus *afhankelijk* van het gewicht van de in dampvorm aanwezige hoeveelheid vloeistof.

In de grafiek van fig. 2 vormt t_1 het dauwpunt bij de dampspanning van c mm kwik ($= P_{t1 \max}$) en t_2 bij d mm kwik ($= P_{t2 \max}$).

Een max. dampspanning is meestal in een ruimte zoals reeds eerder gezegd niet aanwezig, maar we kunnen deze behalve door afkoeling *ook* bereiken zoals is aangetoond in proef 1 door:

- volume verkleining
- het toevoegen van damp

b. *Absolute en relatieve vochtigheid.*

Het gewicht van het water in g, dat de lucht in dampvorm per m^3 bevat, noemt men de *absolute vochtigheid* G_t .

Het gewicht van het water dat de lucht in dampvorm max. bij de temperatuur t kan opnemen noemt men $G_{t \max}$. Is dit het geval dan is $t = T$.

In een ruimte kan het vochtiger *lijken* dan in een zelfde ruimte, waar meer water in dampvorm aanwezig is!

Een verklaring hiervoor is, zoals we gezien hebben, dat lucht van hogere temperatuur méér damp (vocht) kan opnemen.

De *maat voor de vochtigheid* in een vertrek is de *relatieve vochtigheid* RV: deze is gelijk aan de verhouding tussen het gewicht van het water, dat de lucht in dampvorm in werkelijkheid bevat (G_t) en het gewicht van het water dat de lucht in dampvorm max. kan bevatten ($G_{t \max}$) bij de temperatuur t.

Uit proef 1 weten we, dat de relatieve vochtigheid (RV) dan ook gelijk is aan de verhouding:

heersende dampspanning (P_t) en max. dampspanning ($P_{t \max}$) bij de temperatuur t.

Dus:

$$RV = \frac{G_t}{G_{t \max}} \times 100 \% = \frac{P_t}{P_{t \max}} \times 100 \%$$

Daar de RV steeds in procenten wordt aangegeven, vermenigvuldigen we de verhouding met 100 RV kan max. 100 % zijn.

Hieronder volgt voor de 12 maanden van het jaar het verloop van de RV te de Bilt; de gegeven waarden vormen de gemiddelden van waarnemingen gedurende 42 jaar.

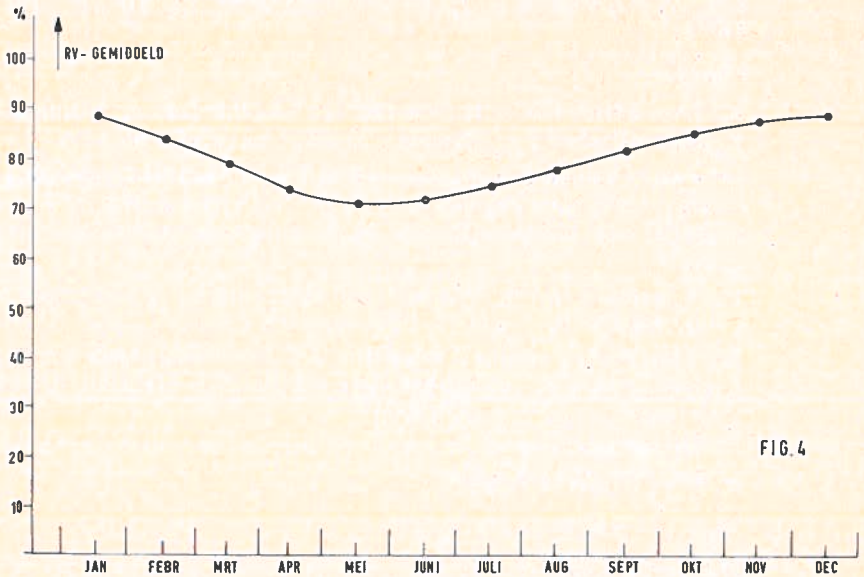


FIG. 4

Tot slot vinden we in fig. 5 de waarden van $G_{t \max}$ en $P_{t \max}$ indien we proef 1 met waterdamp zouden doen i.p.v. met ether:

t in °C (= T)	$P_{t \max}$ in mm kwik	$G_{t \max}$ in g per m ³ lucht
-20	0,95	1,0
-15	1,43	1,5
-10	2,20	2,3
-5	3,2	3,4
0	4,6	4,9
+5	6,7	6,8
+10	9,2	9,4
+15	12,9	12,8
+20	17,8	17,3

FIG. 5

III. De grootte van de voorgeschreven vochtigheidsgraad en hoe deze wordt verkregen.

In verband met de in hoofdstuk I vermelde voor- en nadelen van een bepaalde vochtigheidstoestand is bepaald, dat de relatieve vochtigheid in telefooncentrales moet liggen binnen de grenzen 45 en 65 %

Bezien we het verloop van de gemiddelde RV in de grafiek van fig. 4, dan blijkt hieruit, dat in onbewaakte centrales, waarin dus normaal niet gestookt wordt en waardoor de binnentemperatuur praktisch gelijk is aan de temperatuur, welke buiten het gebouw heerst, de RV voortdurend hoger zou liggen dan de max. toegestane RV-grens van 65 %.

In bewaakte centrales, waar gedurende de wintermaanden gestookt wordt, doet zich het omgekeerde geval voor; daar zal de RV veelal beneden de onderste grens van 45 % liggen.

1. a. Om in eindcentrales de RV te verlagen heeft men aanvankelijk door elektrische verwarming temperatuursverhoging toegepast; immers lucht van hogere temperatuur kan méér vocht bevatten, waardoor — omdat de absolute vochtigheid gelijk blijft — de RV daalt.

In verband met de hoge electriciteitsrekeningen heeft men echter naar een goedkopere oplossing gezocht.

- b. Men past tegenwoordig *luchtdrogers* toe. Een luchtdroger is een apparaat dat, zodra de max. RV-grens bereikt wordt, ingeschakeld wordt en dan een gedeelte van de hoeveelheid aanwezige vochtige lucht in het vertrek gaat drogen.

De absolute vochtigheid neemt hierdoor af en daarmee ook de RV.

De vochtige lucht wordt in dit apparaat door een sterk hygrosopische stof, *silicagel* gevoerd.

Silicagel is een kunstmatig kwarts, dat de eigenschap bezit grote hoeveelheden damp te kunnen absorberen.

Deze bijzondere eigenschap is toe te schrijven aan het enorm aantal, zelfs met een microscoop niet waarneembare poriën en spleten in de stof (1 g silicagel heeft een inwendig oppervlak van 450 m²).

De wateropname berust dus op de capillaire werking. Door verwarming staat silicagel het opgenomen water weer af.

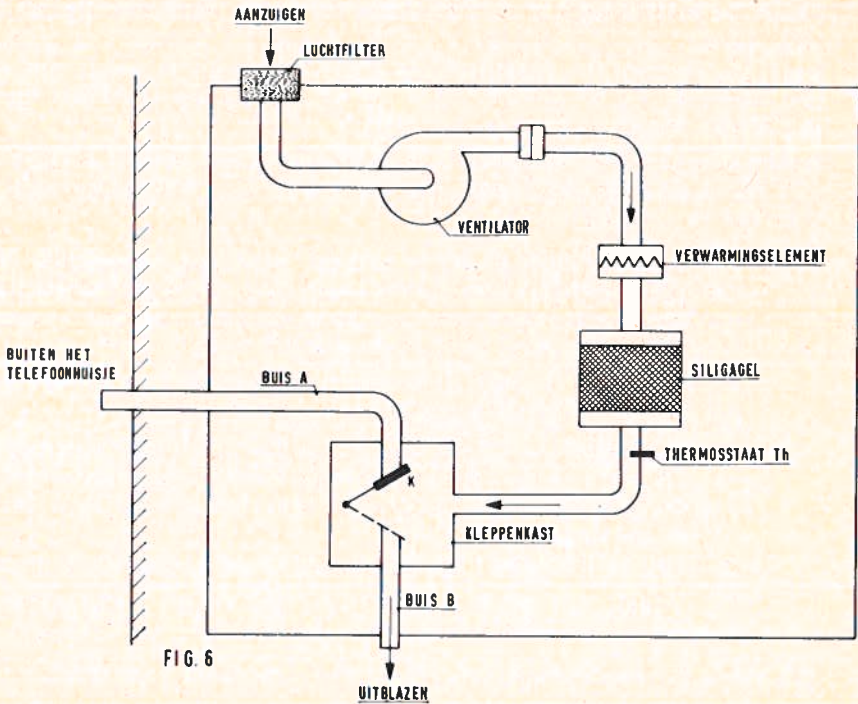
c. *Principe van een luchtdroger (fig. 6).*

Indien de RV in het vertrek boven 65 % stijgt — hetgeen door een contact-humidostaat wordt bepaald — wordt de ventilator ingeschakeld.

De vochtige lucht wordt hierdoor via een luchtfilter aangezogen, passeert het verwarmingselement dat uitgeschakeld is, gaat door het silicagel, waardoor het gedroogd wordt en verlaat de luchtdroger door buis B; in het vertrek wordt dan gedroogde lucht met een veel lagere relatieve vochtigheid geblazen.

Door vermenging met de nog aanwezige lucht zal na verloop van tijd de RV in het vertrek dalen beneden de 65 %, waardoor de luchtdroger weer wordt uitgeschakeld. Zoals gezegd geschiedt het in- en uitschakelen van de luchtdroger door een humidostaat of *vochtigheidschakelaar*, waarvan de werking berust op de eigenschap, dat de lengte van een mensenhaar afhankelijk is van de RV (zie ook de nog te behandelen Lambrecht-polymeter).

Afhankelijk o.a. van het aantal malen dat bovenstaand proces heeft plaatsgevonden, zal het silicagel verzadigd raken.



Het verzadigd raken van het silicagel wordt door een apparaatje dat in de luchtdroger aanwezig is, de zgn. *opteller* geconstateerd.

Deze opteller telt de tijdsduren, welke de luchtdroger heeft gedroogd, bijeen, daarbij rekening houdend met de omgevingstemperatuur, omdat warme lucht meer vocht kan bevatten dan koude.

Indien de silicagel verzadigd is, schakelt de opteller een motortje in, die de stand van klep K in de kleppenkast zodanig wijzigt, dat hij nu i.p.v. buis A de buis B afsluit.

Vervolgens worden de ventilator en ook het verwarmingselement ingeschakeld. De aangezogen lucht wordt door het verwarmingselement verwarmd, neemt bij het doorgaan van de silicagel het vocht hieruit mee en de nu vochtige warme lucht wordt via buis A buiten het telefoonhuisje gevoerd.

De temperatuur hiervan wordt met de thermostaat Th gemeten; deze is in het begin laag, omdat het verdampen van het water uit de silicagel veel caloriën kost. Na enige tijd heeft de silicagel zijn opgenomen hoeveelheid vocht afgestaan, hierdoor neemt de uitgaande temperatuur dus toe omdat er geen verdamping van vocht in het silicagel meer plaats vindt; de thermostaat Th schakelt dan de ventilator en het verwarmingselement uit; tevens wordt de klep K weer in de getekende stand gelegd en de luchtdroger is weer geschikt om te gaan drogen.

2. a. In de bewaakte centrales wordt t.b.v. het personeel gedurende het stookseizoen d.m.v. centrale verwarming de temperatuur in de vertrekken gehouden op ca 20 °C.

De absolute vochtigheid binnen een vertrek per m³ lucht is normaal gelijk aan die van buiten het vertrek.

Omdat de buitentemperatuur t.o.v. deze 20 °C dan zeer laag is, zou de RV in de vertrekken met telefoonapparatuur beneden de minimum RV-grens van 45 % komen te liggen.

Verhoging van deze RV kunnen we bereiken door de verwarming af te zetten, maar dit kan niet i.v.m. het personeel. Een andere methode is de absolute vochtigheid op te voeren, waardoor ook de RV stijgt.

Deze laatste methode wordt m.b.v. *luchtbevochtigers* toegepast (fig. 7).

Indien de RV beneden 45 % daalt, dan wordt ook weer m.b.v. een vochtigheidschakelaar de luchtbevochtiger ingeschakeld, waardoor een ventilator en een pompmotor gaan draaien. Deze vochtigheidschakelaar *sluit een contact* als het te *droog* wordt, in tegenstelling met de vochtigheidschakelaar van die bij de luchtdroger in gebruik is.

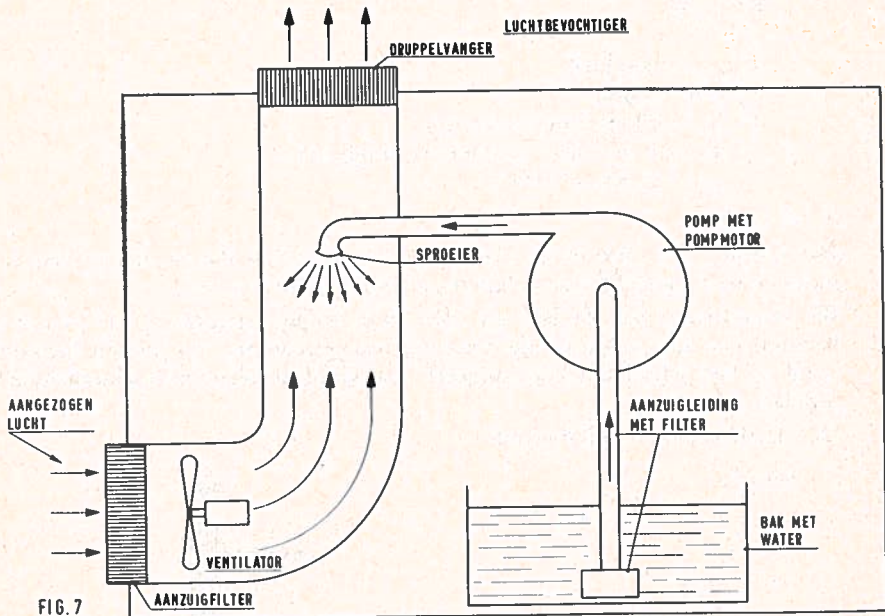


FIG. 7

De ventilator gaat lucht aanzuigen en de pompmotor pompt water uit de bak met water omhoog.

De aangezogen lucht gaat tegen de fijn verdeelde nevel van de watersproeier in, neemt vocht op en komt via de druppelvanger in het vertrek.

Het vocht dat niet meegenomen wordt met de luchtstroom komt weer in de bak met water terecht (niet getekend).

Nadat de juiste RV in het vertrek bereikt is, wordt de luchtbevochtiger door de vochtigheidschakelaar weer uitgeschakeld.

Als het water in de bak verbruikt is, wordt dit gesignaleerd met behulp van een vlotter, die in de laagste stand een contact sluit en de luchtbevochtiger wordt uitgeschakeld.

Een aansluiting op de waterleiding heeft men met het oog op evt. waterschade aan de apparatuur niet gemaakt en men dient dus de bak met een gieter te vullen.

b. In de bewaakte centrales wordt de bovengrens van de RV alleen in de zomermaanden bereikt. Het opvoeren van de temperatuur in de centrale tot enkele graden boven de buitentemperatuur is reeds voldoende om de RV beneden 65 % te doen dalen.

De meeste centrales zijn voor dit doel dan ook uitgerust met zgn. zomerverwarming.

IV. Apparaten voor het meten van vochtigheid.

1. *Lambrecht-polymeter of ook wel haarhygrometer genoemd* (fign. 9 en 10).

a. Met deze meter kan men bepalen:

- RV in %
- t in °C
- $P_{t \max}$ in mm kwik
- P_t in mm kwik
- $P_{t \max} - P_t$ (verzadigingstekort)
- G_t in g per m³ lucht (absolute vochtigheid)
- $G_{t \max}$ in g per m³ lucht

b. *Werking.*

De werking van deze meter berust op de eigenschap dat de lengte van een mensenhaar afhankelijk van de relatieve vochtigheid verandert.

Bij verandering van de RV zet men deze lengte-verandering via een hefboom om in een draaiende beweging van een wijzer, die in een bepaalde stand op een schaalverdeling aangeeft, hoe groot de relatieve vochtigheid RV bedraagt.

De schaal is daartoe in RV geïjkt.

c. *Principe.*

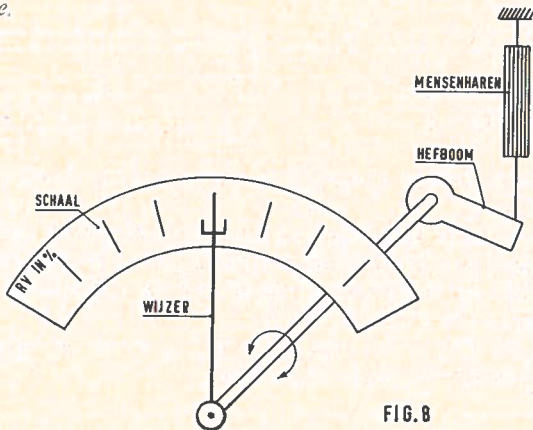


FIG. 8

d. Constructie.

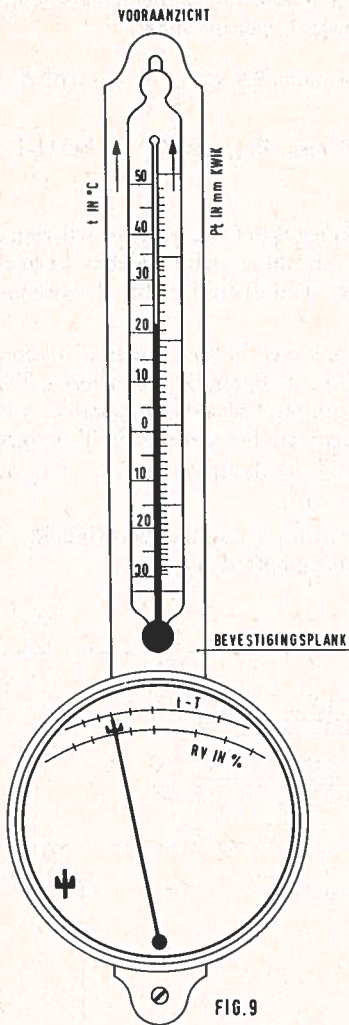


FIG. 9

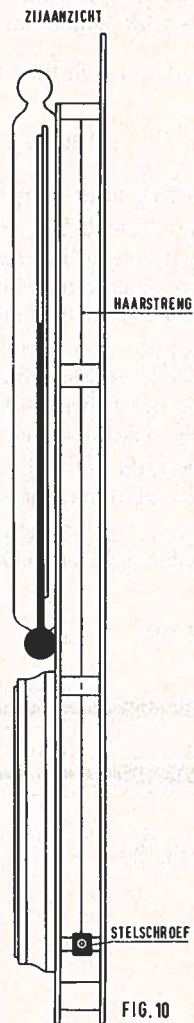


FIG. 10

Zoals we uit de aanzichten kunnen zien is de polymeeter met daarboven een thermometer op een plankje gemonteerd.

Op de thermometer leest men de omgevingstemperatuur t af, maar naast deze temperatuurschaal op de thermometer is nog een schaal aangebracht, waarop men de max. dampspanning $P_{t \max}$ in mm kwik (zonder de tabel fig. 5 te behoeven raadplegen) bij deze temperatuur t , direct kan aflezen.

In normale temperatuur gebieden ontlopen de waarden voor P_t en G_t elkaar niet veel evenals dus voor $P_{t \max}$ en $G_{t \max}$ (zie tabel fig. 5).

Daarom heeft men bij dit meetinstrument gesteld: dat men de getalwaarde die men op de schaal, naast die van de temperatuur afleest kan aannemen als geldend voor het aantal mm kwik of het aantal g waterdamp per m³ lucht.

Leest men de RV af, dan kan men met de formule: $RV = \frac{P_t}{P_{t \max}} \times 100 \% = \frac{G_t}{G_{t \max}} \times 100 \% P_t$ en G_t berekenen, omdat resp. $P_{t \max}$ en $G_{t \max}$ bekend zijn (schaal naast temperatuurschaal).

Het verschil $P_{t \max} - P_t$ noemt men het *verzadigingstekort*, hetgeen wil zeggen: men zou de heersende waterdampspanning met dit verschil moeten opvoeren, bijv. met een luchtbevochtiger, om de max. dampspanning bij de bestaande temperatuur te verkrijgen.

In plaats van P_t en G_t te berekenen, kan men ook met dit meetinstrument voor de meest voorkomende temperaturen van 0 t/m 20 °C P_t en G ook aflezen. Daar-toe heeft men boven de schaal van de RV nog een schaal aangebracht, welke het verschil tussen de omgevingstemperatuur t en het dauwpunt T aangeeft.

Door dit verschil van de temperatuur t (aflezen op de thermometer) af te trekken, vindt men het dauwpunt T . $T = t - (t - T)$.

Koelt men de aanwezige hoeveelheid waterdamp (absolute vochtigheid) be-neden deze temperatuur T af, dan gaat er neerslag optreden.

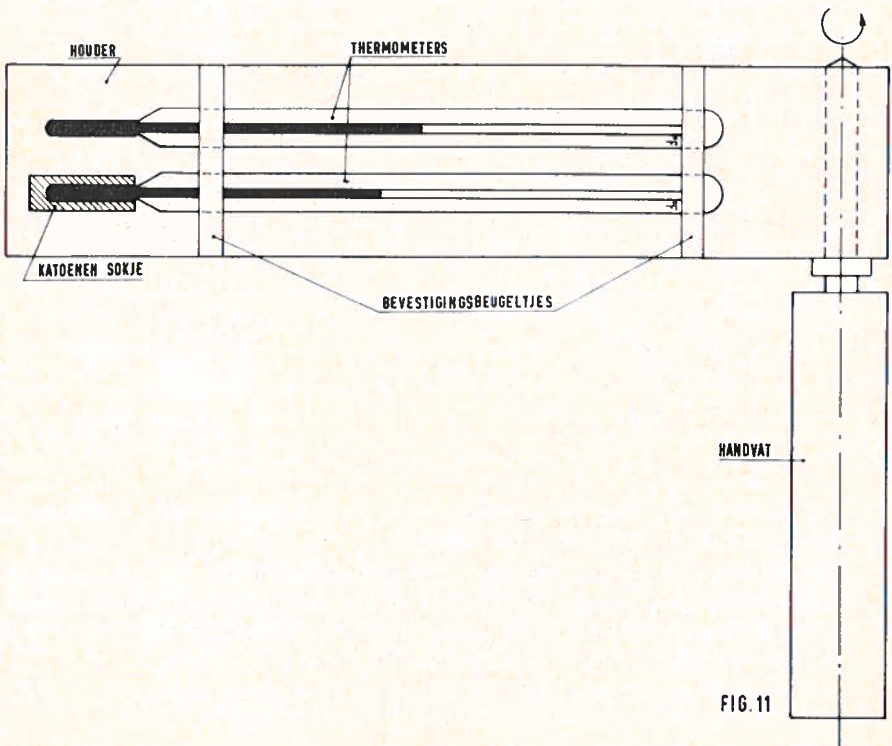


FIG. 11

De waarde, die men afleest op de schaal naast die van de gevonden temperatuur T op de thermometer, geeft ons bij temperatuur T de waarde voor P_t in mm kwik en G_t in g per m^3 lucht, omdat $P_t = P_{T_{\max}}$ en $G_t = G_{T_{\max}}$ (absolute vochtigheid blijft gelijk!).

2. De *slingerpsychrometer* in fig. 11 wordt gebruikt om de Lambrecht psychrometer, die men voornamelijk in de bewaakte telefooncentrales aantreft, te ijken of te controleren.

Met behulp van de slingerpsychrometer stelt men ook de vochtigheidschakelaar, die de luchtdrogers in de onbewaakte centrales en de luchtbevochtigers in de bewaakte centrales in- en uitschakelen, in (zie hoofdstuk III).

b. *Constructie.*

De slingerpsychrometer bestaat uit een langwerpige houder, waarin 2 thermometers zijn gemonteerd.

De thermometers hebben een aanwijzing in $^{\circ}F$.

Aan een uiteinde van de houder is — hierin draaibaar — een handvat bevestigd, zodat men de thermometers rond kan slingeren.

Om de kwikbol van één van de thermometers heeft men een katoenen sokje geschoven.

c. *Principe en werking.*

Het katoenen sokje wordt bevochtigd met gedistilleerd water.

In de te onderzoeken ruimte laat men m.b.v. het handvat de houder gedurende een bepaalde tijd draaien met een snelheid van ca 3 omwentelingen per sec., totdat de aanwijzingen van de thermometers niet meer veranderen.

De ene thermometer zal dan de omgevingstemperatuur aanwijzen, terwijl de thermometer waarvan de kwikbol omgeven is met een in gedistilleerd water gedrenkt katoenen kousje, omdat gedurende het draaien dit gedistilleerd water verdampt en daardoor warmte aan deze thermometer onttrokken wordt, een lagere temperatuur zal aanwijzen.

In vochtige lucht zal er minder gedistilleerd water verdampen dan in droge lucht.

Het verschil tussen de beide thermometerstanden is dus een maat voor de vochtigheid van de lucht.

Met behulp van een bijgeleverd schuifmaatje kan men nu door deze beide thermometerstanden hierop in te stellen, de *relatieve vochtigheid* bepalen en de humidostaat c.q. vochtigheidschakelaar aan de hand hiervan instellen.

3. De *Hygronoom* (fig. 12).

- a. Meer en meer worden de reeds eerder behandelde Lambrecht polymeters in de telefooncentrales vervangen door *hygronooms*.

De reden is, dat de hygronoom veel nauwkeuriger is, sneller afgelezen kan worden en tevens minder onderhoud vergt.

De hygronoom moet echter op de netspanning aangesloten worden en blijven.

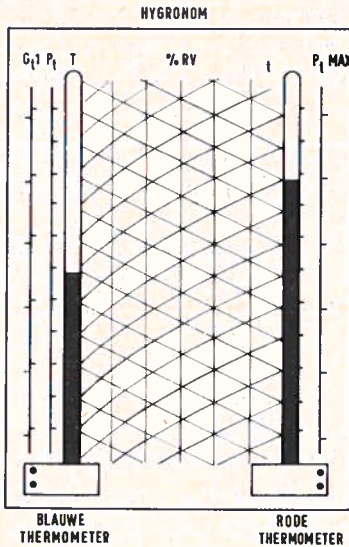


FIG. 12

b. *Constructie.*

Het geheel bestaat uit een doosvormig huis, waarin zich het meetelement en een transformator 220 V - 24 V bevinden.

Aan de voorzijde zijn twee kwikthermometers aangebracht, waarvan de *rechtse* (een rode) de omgevingstemperatuur t in $^{\circ}\text{C}$ en de *linkse* (een blauwe) het dauwpunt T in $^{\circ}\text{C}$ aanwijst.

c. Met het meetinstrument kan men behalve t en T verder nog aflezen :

- de relatieve vochtigheid (RV in %)
- de absolute vochtigheid G_t in g/m^3 lucht
- de dampspanning P_t in mm kwik
- de max dampspanning $P_{t \text{ max}}$ in mm kwik
- het verzadigingstekort $P_{t \text{ max}} - P_t$

d. *Verdere gegevens zijn:*

- de temperatuur bereik van -30°C tot 50°C
- nauwkeurigheid : t en T binnen $\approx 0,5^{\circ}\text{C}$
- aansluitspanning 220 V; frequentie 40-60 Hz
- opgenomen vermogen ca 4 W
- gewicht bedraagt 2,1 kg

e. *Principe.*

De hygromoom is in principe een dauwpuntsmeter.

Is eenmaal het dauwpunt T bekend, dan weet men tevens de absolute vochtigheid $G_t = G_{T \text{ max}}$ en dampspanning $P_t = P_{T \text{ max}}$ (zie ook tabel fig. 5).

Men heeft daartoe naast de schaal van het dauwpunt T (blauwe thermometer) de schaal van de absolute vochtigheid G_t in g per m^3 lucht en die van de bijbehorende dampspanning P_t in mm kwik uitgezet.

Naast de schaal van de omgevingstemperatuur t (rode thermometer) heeft men de dampspanning, die de lucht bij temperatuur t maximaal kan bevatten ($P_{t \max}$) in mm kwik uitgezet.

Tussen de beide thermometers van T en t heeft men nu lijnen getrokken (zie aanzicht in fig. 12), waarvan het snijpunt bij bepaalde waarden van T en t de relatieve vochtigheid RV aangeeft. RV leest men af door een lineaalje over deze grafieken te leggen.

Het snijpunt van deze lijnen geeft dus de verhouding P_t en $P_{t \max}$ (resp. G_t en $G_{t \max}$) die we beide aflezen, weer. Immers:

$$RV = \frac{P_t}{P_{t \max}} \times 100 \%$$

Tot slot zullen we behandelen en nagaan de constructie van het meetelement, hoe het dauwpunt T gemeten wordt.

Men maakt gebruik van de natuurkundige eigenschap van een hygroskopisch zout, dat de waterdampspanning boven een waterige oplossing hiervan, kleiner is dan van de omringende lucht van gelijke temperatuur. Door deze eigenschap is het zout n.l. hygroskopisch. Als hygroskopisch zout gebruikt men *lithium chloride* ($LiCl$) omdat gebleken is dat dit het meest geschikt is.

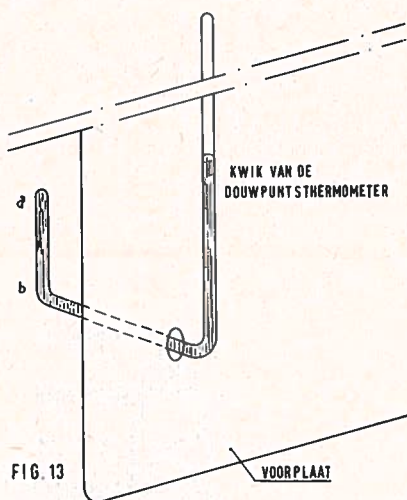


FIG. 13

Het uiteinde a-b van de met kwik gevulde dauwpuntsthermometer (zie fig. 13) is door een opening in de voorplaat binnen het huis gebracht.

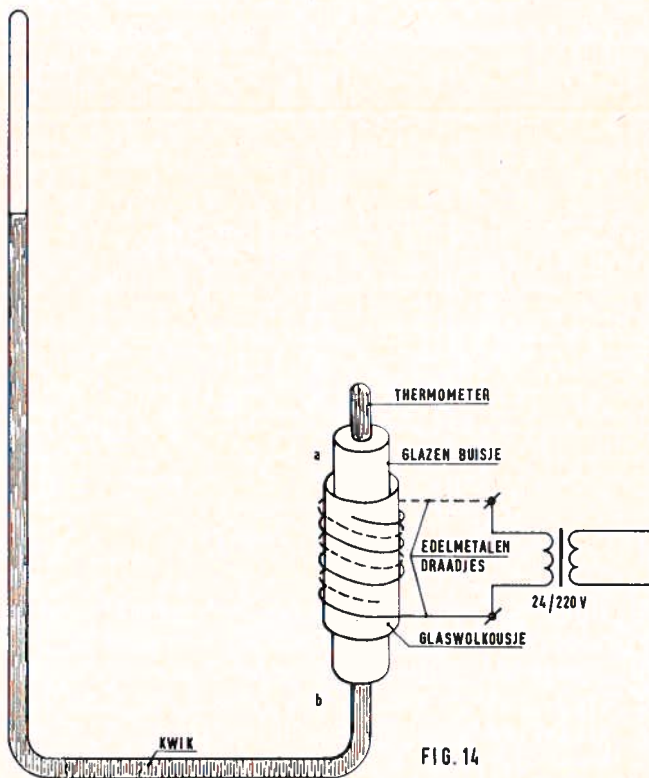
Om dit uiteinde a-b heeft men een glazen buisje aangebracht, dat met een glaswol kousje is overtrokken. Om dit glaswol kousje heeft men twee edelmetalen draadjes gewikkeld (gescheiden van elkaar), waarvan elk der einden op 24 V is aangesloten (zie fig. 14).

De glaswolkous is met LiCl bevochtigd, waardoor tussen de beide edelmetalen draadjes een electrisch geleidende verbinding bestaat, waardoor een stroompje loopt die het meetelement verwarmt.

Het LiCl tracht waterdamp op te nemen, maar omdat het verwarmd wordt wil het de opgenomen waterdamp ook weer kwijt. Er ontstaat op een gegeven moment door het verwarmen een evenwichtstoestand bij een bepaalde temperatuur, waarbij de waterdampspanning boven het LiCl gelijk wordt aan die van de omringende lucht. Deze temperatuur nu is een maat voor het dauwpunt T; immers in lucht met een grotere absolute vochtigheid met een daarbij corresponderende hogere dampspanning en dauwpunt T moet men het meetelement meer verwarmen om het evenwicht tussen de beide dampspanningen te verkrijgen.

Dat er een evenwichtstoestand op een gegeven moment ontstaat tussen de dampspanning van de omringende lucht en de dampspanning boven het LiCl is te verklaren als volgt:

Zou de dampspanning boven het LiCl groter worden dan de dampspanning van de omringende lucht, dan wil het LiCl waterdamp afstaan. Hierdoor wordt het meetelement droog, waardoor het LiCl gaat kristalliseren. Door het kris-



talliseren verandert het LiCl van een geleider in een isolator, waardoor er geen stroom meer kan lopen.

Het meetelement wordt nu niet meer verwarmd, koelt af en het LiCl neemt daardoor weer waterdamp op.

Het LiCl gaat dan weer geleiden, het meetelement wordt weer warm en het bovenstaande proces begint opnieuw.

U kent toch alleen het spreekwoord: „Door schade en schande wordt men wijs”?

Over die schade willen we het deze keer even met u hebben. Hoe vaak horen we niet de opmerkingen die veelal na het gebeuren van een ongeval gebedigd worden, zoals: „Dit euvel hadden ze niet verwacht” of „Dit kun je vooruit toch niet bekijken” of „Onvoorziene omstandigheden” of iets van dien aard.

Echter dit vooruitzien is mede een vereiste bij ons voornemen tot veilig werken.

Immers vooruitzien is die schade beheersen en in de praktijk zien we dat dit ook alreeds veelvuldig wordt toegepast, zoals bijv. bij de stormvloedkering bij Capelle a/d IJssel, die ons bij v o o r b a a t moet beschermen tegen te grote wateroverlast bij gevaarlijk hoge waterstanden. We zien het ook bij de aanwezigheid van brandschermen in theater-zalen, waardoor er brand wordt gelocaliseerd in een kleine ruimte; of bij de zgn. „sprinklerinstallaties” die elk begin van brand reeds in de kiem smoren. Of bij overweg-beveiligingen die reeds in werking treden als de trein nog honderden meters verwijderd is.

Het ontbreken van dergelijke „vooruitziende” installaties is al niet meer denkbaar in onze geautomatiseerde samenleving.

Kunt u zich bijv. een kern-reactor voorstellen zonder deze vooruitziende schade-beheersende veiligheidsmaatregelen? Denkt u daar eens aan als u een karweitje opgedragen krijgt en u wilt dit veilig doen.



496

schade beteugelen



eist vooruitzien

KLAPROOSDAG 1964

Eén van de bijna 40.000 . . .

Twintig jaar geleden — toen de Tweede Wereldoorlog de laatste winter inging — kroop de vader van John op zijn buik over het natte pad langs de bosrand, ergens in het zuiden van ons land. Een gestaag neersuizende motregen hulde alles in een vaalgruis nevelwaas: de bomen, de struiken, de huisjes en boerderijtjes die verspreid langs het pad stonden en . . . de vijand die zich in het bos had verborgen.

Terwijl de kou in hem omhoog kroop en pijnlijk aan zijn lichaam knaagde, sloop hij voort, tezamen met zijn vrienden die — evenals hij — uit Canada waren gekomen om Nederland te bevrijden.

Soms klonk van tussen de wazige bomenrijen het geluid van de mitrailleurs. Dan lieten ze zich vallen, voorover in het natte zand om — wanneer het weer stil was geworden — verder te gaan. Maar na elk mitrailleursalvo, dat uit het geheimzinnige en dreigende bos op hen werd afgevuurd, waren er die niet verder gingen. Ze bleven liggen op de bodem van het land, dat zij hielpen bevrijden. En in dezelfde bodem vonden zij ook hun laatste rustplaats. Zoals John's vader, die uit Canada kwam om in Brabant te blijven.

Twintig jaar geleden is dat nu. Toen John's moeder het bericht ontving dat haar man in Nederland was gesneuveld, was haar zoon juist één jaar. Hij kon toen niet begrijpen dat opeens de zorg en het verdriet hun woning waren binnengekomen om er niet meer te vertrekken. Daaraan werd hij pas herinnerd, toen hij ouder werd. Als andere jongens hem het speelgoed lieten zien, dat hun vader voor hen had gemaakt. Als zijn vriendjes van school met hun vader hun jongensproblemen, hun reken- en taalvraagstukken en hun kwajongensstreken bespraken. Als anderen, aan het eind van hun schooltijd, met hun vader praatten over hun beroepskeuze en hun verder leren. Toen ging het gemis in hem steeds feller knagen. Het werd hem een complex. Waarom moest zijn vader daar in dat verre Nederland vallen?

Tot in de zomer van dit jaar, in 1964, toen John als gast van het Nederlandse Volk in ons land was. Op één van de grote oorlogskerkhoven heeft hij bij het graf van zijn vader gestaan. Hij heeft de mensen ontmoet die dit graf verzorgen. Hij heeft gesproken met hen en met andere Nederlanders, die hem vertelden hoe donker en dreigend de oorlogsjaren waren, waaruit zijn vader en al die anderen hen hebben bevrijd. Toen is het anders geworden en ging hij beseffen, dat de dood van zijn vader niet voor niets was. Als een ander mens is hij uit ons land naar Canada teruggekeerd. „Ik ken hem niet meer terug”, zei zijn moeder.

John uit Canada is één van de bijna 40.000 oorlogsnabestaanden, die sedert de bevrijding naar ons land werden uitgenodigd om hier het graf van een gesneuveld familielid te bezoeken. Hun verblijf was geheel geregeld en kwam voor rekening van het Nederlands Oorlogsgraven Comité, dat deze mensen gastvrijheid kan aanbieden uit de opbrengst van de Klaprooscollecte, die éénmaal per jaar wordt gehouden.

Straks — op of omstreeks 14 november — zal dit weer het geval zijn. Want vele tienduizenden nabestaanden wachten nog tot het hún beurt is om te komen. Dat wil zeggen: tot de Klaprooscollecte-opbrengst het mogelijk maakt hen uit te nodigen.

Daarom is het zo belangrijk wat het Nederlandse volk straks — in november — in de collectebus doet. En . . . hoeveel dames en heren enkele uren van hun vrije tijd willen geven om met die bussen rond te gaan teneinde de nabestaanden der gesneuvelden in het buitenland, levensvreugde te schenken.

UIT DANKBAARHEID.

Het grafbezoek, zoals dit in ons land door het Nederlands Oorlogsgraven Comité wordt mogelijk gemaakt, ondervindt in de voormalige geallieerde landen veel waardering. Daarom biedt The British Legion (de grote organisatie van Britse oud-strijders en nabestaanden) uit erkentelijkheid aan 22 collectanten van de Klaprooscollecte 1964 een gratis reis naar en vakantie in Engeland aan. Uit elke provincie worden twee collectanten door het lot aangewezen.

FREEK VAN DER MEER