

# STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave:** De Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de Kath. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie:** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteuren: J. C. Brakel, S. J. Geerlings ing. en C. L. Quint. Secretaris: L. Neijenhuis.
- Redactie-adres:** Marktweg 342, Den Haag, Telefoon 33 62 65.
- Administratie:** Stadhouderslaan 9, Den Haag, Giro 4073, Tel. 635932 t/m 635936.
- Abonnement:** F 6.— per jaar. Verschijnt omstreeks de 15e van iedere maand.
- Correspondentie:** Alle correspondentie betreffende verzending en administratie uitsluitend aan het adres: Stadhouderslaan 9, Den Haag.  
Alle correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, uitsluitend Marktweg 342, Den Haag.

## IN DIT NUMMER VINDT U

—	De invloed van de omgeving op zwakstroomkontakten	Blz. 130
—	Rectificatie	„ 145
—	Oefenpagina	„ 146
C. L. Quint	De nieuwe weerberichtinstallatie	„ 148
J. A. v. d. Touw	Examenantwoorden	„ 155
J. H. Schuilenga	Mijlpalen in de geschiedenis van de telecommunicatie	„ 156
—	Boekbespreking	„ 160
<i>Bij de foto:</i>	Telefooncentrale Botersloot Rt. Ericson kiezer.	

KARPERWEG 37-41 - TELEFOON 793933 - AMSTERDAM - Z

TRANSFORMATOREN - EN APPARATENFABRIEK N.V.

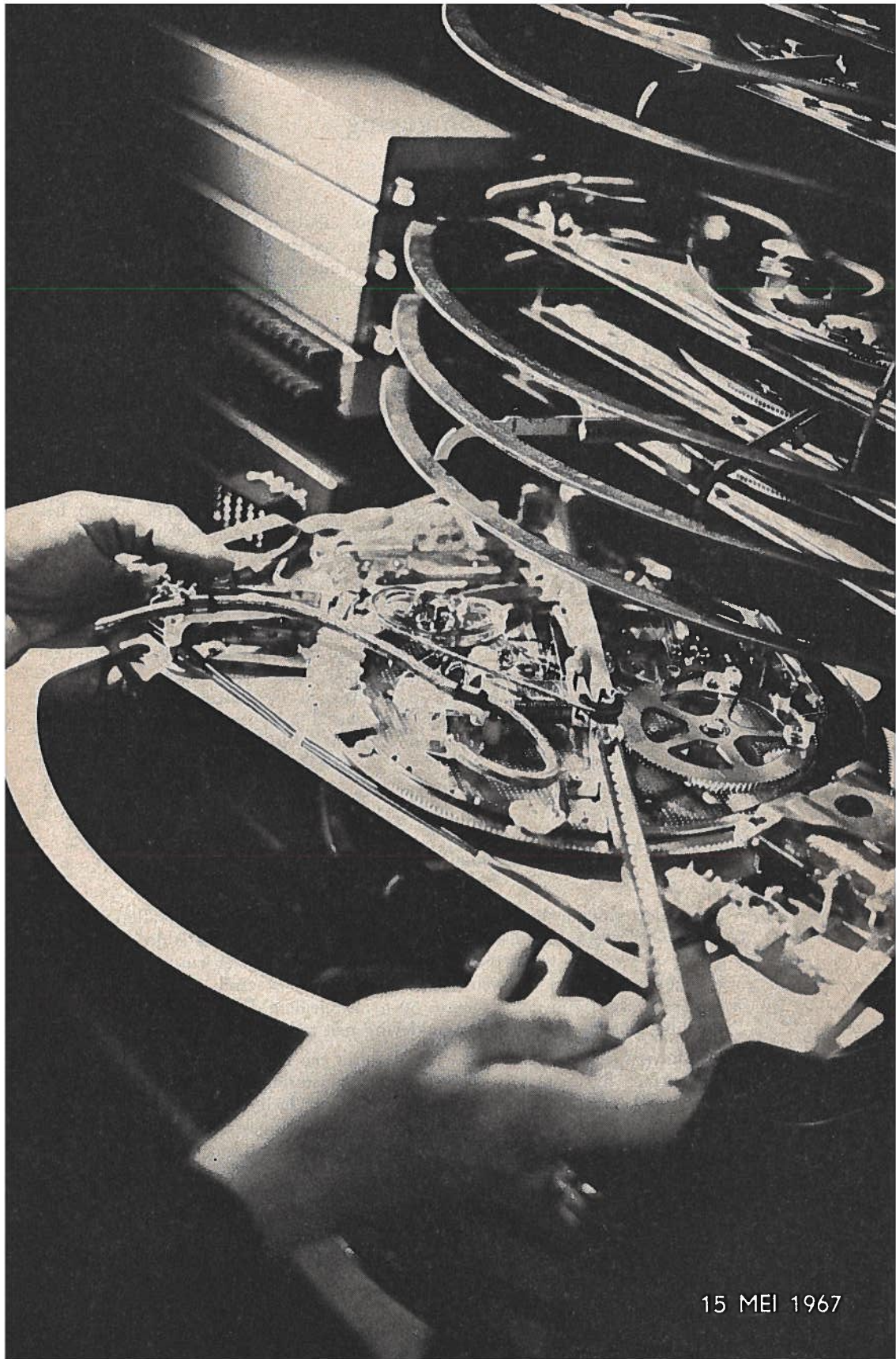
LICENTIEHOUDER WESTINGHOUSE

# TRANSFORMA

TRANSFORMATOREN · METAALGELIJKRICHTERS



**WESTINGHOUSE**



15 MEI 1967

# De invloed van de omgeving op zwakstroomkontakten

32-67

Aangezien kennis van dit onderwerp voor ons technisch personeel van belang geacht wordt, volgt hier een vertaling van een artikel van *Theodor Gerber* te Bern in *PTT-Technische Mitteilungen* van augustus 1966.

## 1. Inleiding

Verschuiven aan contacten van zwakstroomrelais, die door invloeden van buiten worden veroorzaakt en welke tot belangrijke contactstoringen kunnen leiden, staan de laatste jaren steeds meer in de belangstelling. Dit feit vindt voornamelijk zijn oorzaak in de toepassing van kunststoffen, welke een schadelijke invloed op de contacten kunnen uitoefenen, alsmede op de toenemende besmetting van de lucht door rookgassen van de industrieën en door stof.

Maatregelen tot bescherming tegen deze invloeden moesten op vele plaatsen reeds worden genomen. Tegelijkertijd worden vorderingen gemaakt op het gebied van de verzorging van aangetaste contacten, terwijl doelmatige behandelingsvoorschriften en geschikte onderhoudsmiddelen worden toegepast.

De belangstelling voor dit onderwerp komt ook tot uiting op internationale conferenties, die het elektrische contact tot onderwerp hebben. Deze vonden de laatste jaren plaats in de universiteit te *Maine* (N.-Amerika), in die te *Sendai* (Japan) en in 1964 te *Graz* (Oostenrijk). Bij deze laatste gelegenheid werd in ongeveer 50 voordrachten — welke thans gepubliceerd zijn — uitgebreid over de bestudering van de grondslagen, over nieuwe contactmaterialen, alsmede over onderzoekingen aan schakel-, glij- en langdurige rustkontakten gediscussieerd. De hierboven vermelde invloeden kwamen daarbij ook steeds ter sprake.

In het hierna volgende artikel worden enkele punten van de conferentie te *Graz* nader bezien.

## 2. Invloed van stof en het onderhoud van de contacten

### 2a. Stof.

Aangezien stof in hoofdzaak uit niet-geleidende deeltjes van allerlei soort bestaat (vezeltjes, organische schilfertjes, haartjes, zand- en kooldeeltjes enz.), wordt de overgangsweerstand van contacten verhoogd of er kan zelfs volkomen isolatie ontstaan. In 't algemeen kunnen deeltjes storend werken, indien ze groter (dikker) zijn dan ongeveer  $50 \mu$  m. Kleinere deeltjes zijn tamelijk onschuldig, mits ze door onderlinge kleaving niet tot dikkere aangroeiën.

Overigens speelt de vochtigheid van de lucht een rol. Bij toenemende vochtigheid nemen de door stof veroorzaakte contactstoringen af. Het ontstaan van stof en zeker het opdwarrelen ervan is in droge lucht groter dan in vochtige lucht. Men neemt dan ook aan, dat de vochtigheidstoestand van de lucht van directe invloed is op het gedrag en de eigenschappen van voorhanden zijnd stof.

De invloed van stof hangt van vele factoren af. Daaronder vallen de specifieke eigenschappen van de kontaktmaterialen, vervolgens de vorm van de contactvlakken, de contactdruk, de beweging ervan, alsmede de ruimtelijke toestand om de kontakten.

Kontakten in dubbele uitvoering worden 10 tot 100 maal minder door stof gestoord dan enkele kontakten; eveneens gunstiger gedragen zich kontakten, welke een elektrische stroom in- of uitschakelen ten opzichte van die, welke stroomloos omgelegd worden.

Bijzonder opvallend zijn kontakten, welke slechts zeer kleine stromen of spanningen schakelen; het zelf-reinigen van de kontakten door het verbranden van de stofdeeltjes is dan niet meer gewaarborgd.

Tenslotte is de vatbaarheid voor stof afhankelijk van de oppervlakteruwheid van de kontakten. Men heeft geconstateerd dat de invloed van stof tot de helft kan worden teruggebracht, wanneer de kontakten niet glanzend gepolijst zijn, doch een geringe ruwheid vertonen. Deze ruwheid (groefjes) dienen daarbij ongeveer half zo groot te zijn als de hierboven aangegeven grootte van de stofdeeltjes. Het is dan ook fout gezien, tot steeds gladdere en meer gepolijste contactvlakken te komen.

#### *2b. Mechanisch onderhoud van de kontakten.*

Relaiskontakten, welke uit zacht materiaal bestaan (bijv. zilver, verguld zilver of platina), zijn zeer gevoelig voor ondeskundig reinigen met bijv. poetshoutjes met amarilpapier. Deeltjes van verkeerd polijst- en reinigingsgereedschap blijven daarbij gemakkelijk in de contactvlakjes achter.

In onze centrales (bedoeld waren de Zwitserse, doch bij ons zal hieraan ook nog wel het een en ander ontbreken) wordt vaak nog ongeschikt onderhoudsmateriaal toegepast. Daaronder valt de methode, waarbij zeemleren- of rubber-schijfjes worden gebruikt. Dat daarna gehele kolommen schoongeblazen of -gezogen worden, bewijst tenvolle het gevaar van deze onderhoudsmethode. Het schoonmaken van zilveren kontakten met rubberschijfjes of dergelijke is temeer verwerpelijk, omdat zich door de zwavel in het gummi op de kontakten een laagje zilversulfide kan vormen. Volgens de laatste onderhoudsvorschriften voor telefooncentrales en huisautomaten is toepassing van deze methoden niet meer toegestaan.

Geschikte onderhoudsmiddelen voor kontakten moeten òf hard genoeg zijn om neerslag of vreemde stoffen weg te nemen (bijv. kontaktreinigers), òf zacht en absorberend om als een stofdoek de vreemde deeltjes van de kontakten weg te nemen (bijv. hertsleer).

Te dikwijls of uit voorzorg reinigen kan voor de kontakten nadelig zijn. Bijzonder verwerpelijk is onvolledig en vluchtig onderhoud. Onderzoekingen aan in bedrijf zijnde relais hebben uitgewezen, dat voortreffelijk schakelende kontakten onbruikbaar waren, wanneer de metallieke aanrakingsvlakjes veranderd werden. Dit kan reeds door de geringste verandering in de opstelling van de kontakten ten opzichte van elkaar of door verschuiving van fijne poeder-vormige verbrandingsprodukten het geval zijn.

### 2c. *Het invetten.*

Rigoreus invetten van de kontakten verslechtert de werking eerder, dan dat ze er beter van worden. Dit geldt voornamelijk voor kontakten, welke in de lucht werken en zich niet onder bijv. de bescherming van een gas bevinden. Scherpwerkende ontvettingsmiddelen beroven de kontakten van hun meestal vetachtig beschuttende laagje. Er blijft dan een kontakvlak achter, waarop zich storende invloeden uit de lucht gemakkelijk kunnen afzetten. Verhoogde en wisselende overgangsweerstanden zijn dan het gevolg.

Indien om een of andere reden, bijv. bij de fabricatie, een volledige ontvetting heeft plaats gevonden, dan dient daarna een rarfijn, onzichtbaar laagje van een geschikt onderhoudsmiddel te worden aangebracht, teneinde schadelijke invloeden te weren.

### 2d. *Olie- en vetsoorten.*

Het mag tegenstrijdig schijnen, dat dunne laagjes van een geschikte oliesoort de contactweerstand niet verhogen, maar verlagen en stabiel houden. Wel zou het zuiver metallieke contact met de voor zijn oppervlakte berekende weerstand ideaal zijn, doch deze toestand is in werkelijkheid niet te bereiken. Zelfs bij de edelste metalen treden oxydelaagjes op. Moleculair dunne of slechts weinig dikkere laagjes hebben reeds een aanwijsbare weerstandstoename tot gevolg. Deze is evenwel zeer klein, omdat de elektronen zulke dunne laagjes dikwijls kunnen doorkruisen. Deze weerstandstoename is afhankelijk van de scheikundige samenstelling van het vreemde deklaagje.

De vorming van te dikke laagjes op relaiskontakten kan zonder bijzondere maatregelen (zoals een hermetisch gesloten, met gas gevulde ruimte om de kontakten) niet worden voorkomen. Zo zijn bijv. in de normale gevallen zilveren kontakten steeds overtrokken met een laagje, dat in verband met deze uiteenzetting als te dik bezien moet worden. Nog dikkere ontstaan, wanneer men kontakten zelfs met een schone vinger bestrijkt.

In laagjes dikker dan  $10 \times 10^{-6}$  mm ( $10 \mu$  mm) treedt bij stroomdoorgang een aanmerkelijke spanningsval op, waarvan de grootte door het geleidingsvermogen van het laagje wordt bepaald.

Men heeft er daarom alleszins belang bij, door doelgericht onderhoud slechts geschikte, chemische beschermlaagjes te doen ontstaan.

Gunstig zijn dunne epilamenlaagjes, waarbij de polaire moleculen loodrecht naast elkaar op het kontakvlak staan en aldus vreemde invloeden weren. Ze blijven ook tussen de gesloten kontakten bestaan en geven — mits ze tot op een dikte van ongeveer  $1 \mu$  mm samengeperst worden — geen aanleiding tot verhoging van de overgangsweerstand.

De doelbewust aangebrachte beschermlaagjes dienen ook om andere reden nog uiterst dun te zijn. Door hun ontbinding, hetgeen door het vonken wordt bewerkstelligd, ontstaan — indien het bijv. om minerale oliesoorten gaat — vaste koolstofhoudende deeltjes. Deze zetten zich op de kontakten vast en kunnen dan de overgangsweerstand aanmerkelijk verhogen. Met teveel olie verkrijgt men dan ook juist het tegendeel van hetgeen men heeft willen bereiken.

Bovendien werkt een te dikke olielaag als een gevaarlijke stofvanger.

## 2e. Reinigings- en beschermingsmiddelen voor kontakten.

Bij het kiezen en het toepassen van onderhoudsmiddelen voor zwakstroom-relaiskontakten dient men met de grootste zorg tewerk te gaan. Middelen, welke niet grondig onderzocht en beproefd zijn, mogen niet gebruikt worden. Veel van de door de leveranciers aangeboden producten zijn bijv. wel voor sleepkontakten geschikt, maar niet voor schakel- en rustkontakten. Er zijn zelfs producten, die hier schadelijk werken.

Maar ook sleepkontakten kunnen door bepaalde middelen worden bedorven, waarbij het toenemen van de ruisspanning nog het kleinste euvel is. In het verleden werden dergelijke ongeschikte onderhoudsmiddelen wel in de centrales verwerkt.

Veel kontakt-reinigingsmiddelen bevatten koolwaterstoffen met chloor, die op zichzelf beschouwd een goed-reinigende (ontvettende!) werking hebben. Dergelijke middelen waren tot nu toe verboden, niet zozeer omdat ze schadelijk voor de gezondheid zijn, doch hoofdzakelijk om het feit, dat deze stoffen zich onder invloed van het licht ontleden, waarbij zoutzuur (HCl) ontstaat, dat de kontakten aantast.

Daarbij is niet alleen de ontleding door de optredende vonkjes van belang — daardoor kunnen nl. slechts zeer geringe, niet-schadelijke hoeveelheden zoutzuur ontstaan — de ontleding in de voorraadfles is ernstiger.

De laatste tijd kent men stoffen met een chloorgehalte, welke standvastiger zijn of — in 't algemeen gesproken — gestabiliseerde *halogeen*<sup>1)</sup> bevattende reinigingsmiddelen, zodat wellicht de voorschriften hieraan aangepast kunnen worden.

Tot nader order mag echter slechts het halogeenvrije PTT-reinigingsmiddel worden toegepast. Dit is op basis van vaselineolie samengesteld en bezit naast andere goede eigenschappen ook deze, dat het olie met siliconen kan oplossen. Dit is een bijzonder gewenste eigenschap, zoals uit het hoofdstuk over de „Invloeden van siliconen” zal blijken.

Proeven in het laboratorium en in de praktijk bewijzen duidelijk, dat deze reinigingsmiddelen bij de juiste toepassing (slechts een ragfijn laagje aanbrengen!) de kontakten duurzaam verbeteren en een beschermende werking uitoefenen.

## 3. Invloeden vanuit de vrije lucht

De toenemende vervuiling van de atmosfeer door rookgassen enz. leidt in het buitenland steeds meer tot contactstoringen. Zo is in sommige industriegebieden van Japan het zwavelwaterstofgehalte van de lucht weleens zó groot, dat de goede werking van centrales met kruisstangschakelaars in gevaar komt.

De toegepaste zilver/goud- en zilver/palladiumkontakten worden met dermate dikke laagjes bedekt, dat kontaktweerstand in de orde van megohms ontstaan. In veel laboratoria worden dan ook grootscheepse onderzoekingen verricht, om de schadelijke invloeden van de lucht te bestuderen en om kontakt-materiaal te vinden, wat tegen invloeden zo goed mogelijk bestand is.

1) Tot de halogenen worden gerekend: fluor, chloor, jodium en broom.

Kontakten van zuiver zilver zijn voor zwavelwaterstof ( $H_2S$ ) bijzonder gevoelig; het aantasten van zilver door zwavelhoudende gassen in de omgeving is een alledaags verschijnsel.

Behalve deze zwavelhoudende lucht tast ook het gasvormige zwavel, dat bijv. door rubber wordt afgegeven, de zilveren kontakten aan. Er zijn gevallen bekend, waarbij de rubberpakkingen, welke dienen voor de stofafsluiting van relaisdozen, juist de oorzaak waren van het aantasten van de kontakten.

Een niet-alledaags voorbeeld van het bestaan en de werking van zwavelwaterstof werd kortgeleden in twee huisautomaten ontdekt. De kunststof bodem van een overdrager, d.w.z. zijn gehalte aan zwavel, was de schuldige. De zwavelwaterstofvorming was zó sterk, dat de bronzen en zilveren delen van de centrale met een dikke sulfide-laag werden bedekt. Alle bodem-montageplaten moesten verwisseld worden. Gelukkig betrof het hier een proef op zichzelf.

De invloed van zwavelwaterstof uit de lucht op zilveren kontakten werd o.a. door Hentsch onderzocht. In fig. 1 is voor èèn geval het resultaat in een grafiek weergegeven.

Bij deze proef bevonden de kontakten zich in lucht, welke deeltjes zwavelwaterstof bevatte ter grootte van  $2 \mu$  mm. De temperatuur was  $20^\circ C$ , de relatieve vochtigheid 40 %. De kontaktdruk bedroeg 20 g, hetgeen een veel voorkomende waarde is. Zoals uit de grafiek blijkt, bedroeg de toename van de weerstand in 20 dagen het 30-voudige.

Zilversulfide ( $Ag_2S$ ), dat bij de inwerking van zwavelwaterstof op zilver ontstaat, is een slechte geleider; de soortelijke weerstand bedraagt meer dan 1000

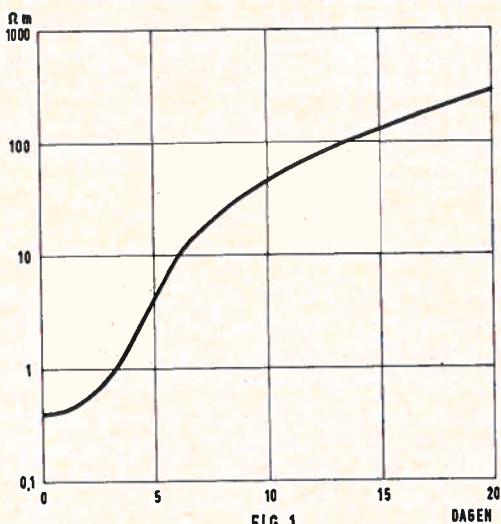


FIG. 1  
VERLOOP VAN DE OVERGANGSWEERSTAND BIJ ZILVEREN CONTACTEN IN ZWAVEL-  
WATERSTOFHOUDENDE LUCHT

$\Omega$  cm. Ondanks dat, zijn dunne laagjes sulfide op relaiskontakten, mits deze *stroomvoerend schakelen*, tamelijk onschuldig. Door de werking van de vonk verdwijnt het sulfide, doordat het boven  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  niet bestendig is. Het is bovendien zachter dan zilver.

Zilver-sulfidelaagjes worden daarom bij de kontaktmaking gemakkelijk doorgedrukt, zodat de stroomdoorgang op een sulfide-vrije plaats kan plaatsvinden. Voorbehoud dient echter gemaakt te worden bij zilveren *sleepkontakten*. Men heeft bij dit soort kontakten aan kiezers vastgesteld, dat de slijtage van de kontakten door de sulfatering zeer groot kan worden; weliswaar is daarbij de onvoldoende hardheid van het zilver mede schuldig.

Een andere scheikundige verbinding, welke op zilveren kontakten kan ontstaan, is het *zilvernitraat* ( $\text{AgNO}_3$ ). Dit kan zich onder invloed van elektrische vonken vormen, waarbij de stikstof uit de lucht geoxydeerd wordt. Kontaktstoringen, welke hun oorzaak vinden in het zilvernitraat, treden het gemakkelijkst op bij ingekapselde relais, waarvan de kontakten zich niet in een beschermend gas bevinden. Proeven met relais, welke in kleine luchtdichte doosjes geborgen zijn, kunnen dan ook gemakkelijk tot verkeerde conclusies leiden.

Volledigheidshalve dient nog de invloed van *ozon* ( $\text{O}_3$ ) te worden vermeld, welke zich reeds bij de normale kamertemperatuur kan doen gelden. Daarbij ontstaat zilveroxyde ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ), dat een zeer hoge soortelijke weerstand bezit, nl. van  $5.10^7\ \Omega$  cm. Boven  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$  gaat het echter reeds weer tot ontbinding over. Daardoor, en omdat het zacht is en zich mechanisch zeer gemakkelijk laat verwijderen, geeft het nauwelijks aanleiding tot kontaktstoringen. In elk geval kan ozon, dat in principe bij het vonken kan worden gevormd, nog bij andere chemische reacties op de kontaktmaterialen inwerken. Er bestaat nl. een groot aantal ongewenste roest- en corrosieprocessen; onderzoeken in Japan verricht, hebben met betrekking hierop nieuwe inzichten opgeleverd.

Buiten deze invloeden, welke bijv. voor zilveren kontakten wat diepgaander werden toegelicht, oefent de normale zuivere lucht reeds verschillende scheikundige werkingen uit. In de eerste plaats dient daarvan de oxyderende werking van de *zuurstof uit de lucht* te worden genoemd. Het kleine schone vlakje, dat door de geringe wrijving van de kontakten tegen elkaar ontstaat, geeft slechts een geringe oxydatievorming. Dit verschijnsel wordt in het algemeen als *wrijvingsoxydatie* of *wrijvingscorrosie* aangeduid. Het poedervormige oxyde is een zeer slechte geleider; indien het tussen de kontakten belandt, verhoogt het de overgangsweerstand.

Tenslotte dient nog te worden gewezen op het bekende feit, dat de *vochtigheidstoestand* van de lucht een voorname rol speelt bij het maken van goede kontakten. Niet voor niets heeft de ervaring geleerd, dat in telefooncentrales een vochtigheidspercentage van 40 tot 70 % moet worden aangehouden. Bij te geringe vochtigheid neemt de overgangsweerstand en meer nog nemen de ruisspanningen toe. In het voorkomend geval dient de fritterstroom te worden verhoogd.

De wijze, waarop de vochtigheid van invloed is, is niet ten volle verklaard. Zeker is, dat buiten de eerder vermelde gunstige invloed op de stofver-



schijnselen nog andere factoren medewerken. Zo werd bij zilveren kontakten, die onder bepaalde elektrische voorwaarden functioneren, vastgesteld, dat de maximum stroom, waarbij nog juist geen vonkjes optreden, bij hoger vochtigheidsgehalte van de lucht groter wordt.

#### 4. Invloed van organische dampen

##### 4a. *Uitwaseming en adsorptie van organische dampen.*

De eerste systematische proefnemingen op het gebied van schadelijke invloeden door organische dampen op relaiskontakten dateren reeds van 1945. In de sedertdien voorbij 20 jaren zijn de daarmee verbonden bijzondere verschijnselen zeer intensief in beschouwing genomen, waarbij voornamelijk de in de Bell-laboratoria (N.-Amerika) gedane onderzoeken reële inzichten opleverden.

De met betrekking tot de contactproblemen van belang zijnde verdampingsproducten vinden hun oorsprong meest in kunststoffen, welke in de nabijheid of verdere omgeving van de kontakten aanwezig zijn. In beschouwing komen hoofdzakelijk isolatiematerialen aan relais, relaiskappen en de draadisolatiestoffen.

De eerste gevallen, waarbij kontakten in het ongereede geraakten, werden bij *ingekapselde* relais geconstateerd, hoewel men juist door het kapsel een bescherming heeft willen aanbrengen. We zullen dan ook zien, dat het de uit kunststof vervaardigde beschermingskapjes geweest zijn, die organische dampen uitwasenden.

De in onze centrales toegepaste relais en de draden met polyvinylchloride isolatie (PVC) geven organische dampen af. Dit werd door de volgende proeven bewezen:

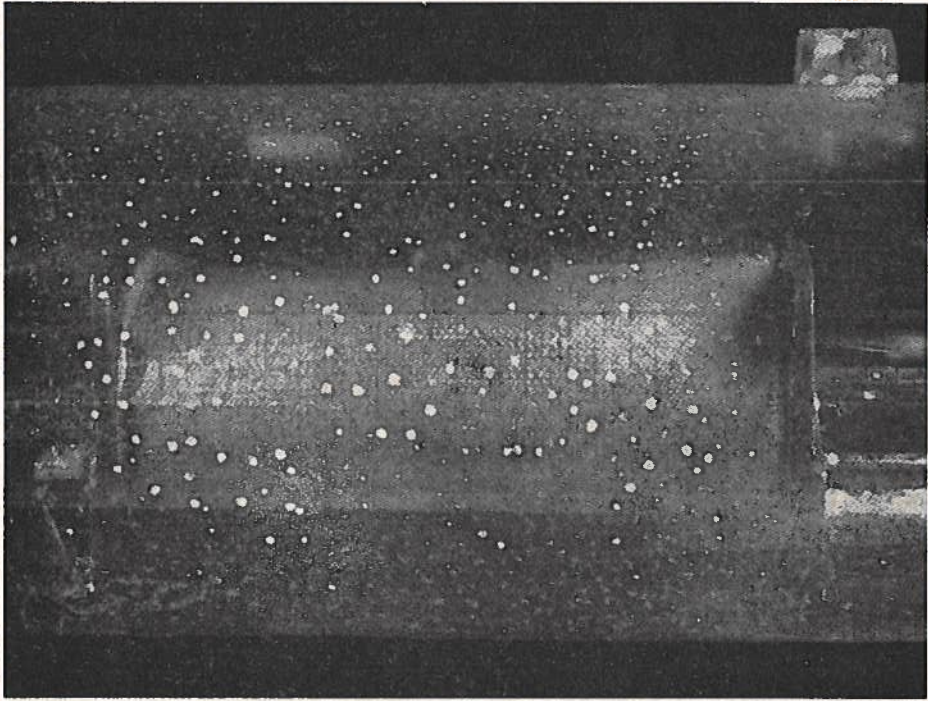
Figuur 2 toont de proef, waarbij enkele relaisspoelen in een nauwe glazen buis zijn aangebracht. De spoelen werden elektrisch verwarmd, waarbij zij zelf als verwarmingslichaam dienden. De temperatuur werd van 30 °C tot 60 °C opgevoerd. Ondanks de weliswaar slechts zwakke kunstmatige ventilatie (0,1 l per uur) condenseerden na enige tijd op de koude glazen wand vaste, kleurloze stoffen. Deze zijn op de foto als witte stipjes te onderscheiden.

Als uitwasemende materialen komen in aanmerking:

ijzeren kernen, welke een oliebehandeling hebben ondergaan, de spoellichamen, het isolatiepapier, het olielinnen en misschien — hoewel onwaarschijnlijk — de email-isolatie van de wikkeldraad.

Opmerkelijke hoeveelheden van vluchtige organische stoffen kan men op gelijke wijze ook uit PVC-isolatie drijven. In figuur 3 kan men deze, tegen de glaswand gecondenseerde druppels zien. Rechtsonder in de glazen buis is een aanzienlijke druppel vocht samengelopen. Het betreft hier een lichtgele olieachtige substantie.

Bij beide proeven werd de door de buizen gedreven lucht in ruimten gebracht, waarin stroomvoerende kontakten werden geschakeld. Er deden zich daarbij geen storingen voor. De zuivering van de lucht had blijkbaar een goed resultaat.



Figuur 2

Men kent tegenwoordig veel soorten organische dampen, welke schadelijk op de contacten inwerken; de specifiek hiervoor gevoelige metaalsoorten zijn ook bekend. Niettegenstaande dat, is het dikwijls moeilijk, deze wetenschap in de praktijk uit te buiten. Het zorgvuldig bepalen van de juiste stoffen is onvermijdelijk geworden. Dit geldt ook voor de te gebruiken verfsoorten en vloerbelegging en -onderhoudsmiddelen.

Het nieuwe „Betriebliche und bauliche Pflichtenheft für Telephonzentralen” schrijft daarom voor, dat voor schilderwerk alleen „dispersie-verfsoorten” mogen worden toegepast; deze bevatten geen organische oplosmiddelen.

Voor vloerbedekking mag men slechts linoleum en dus geen PVC-bekleding gebruiken. Voor het schoonmaken van de vloeren is alleen zeepsop toegestaan.

Tenslotte kunnen schadelijke invloeden van organische dampen door geschikte ventilatie van daarvoor in aanmerking komende apparaten en installaties worden voorkomen.

Opdat dergelijke dampen kunnen inwerken op elektrische contacten, dienen ze in de eerste plaats door de contactvlakken te worden geabsorbeerd. Dit verschijnsel vindt bij sommige edele metalen zeer gemakkelijk plaats, wanneer zich bij de zgn. scheikundige absorptie moleculen afzetten. Daardoor ontstaan absorptielaagjes, welker dikte een meervoud van de doorsnede van een molecuul

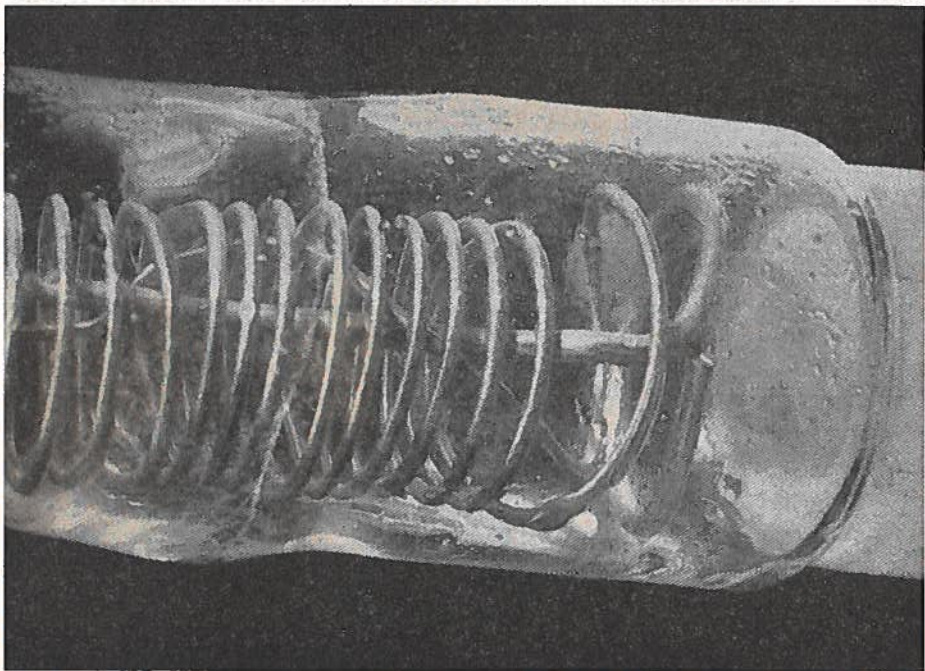
bedraagt. Deze laagjes kunnen reacties van verschillende aard tot gevolg hebben, wanneer op contactvlakjes chemische verbindingen opgebouwd of ontleed worden.

#### 4b. Opbouw van scheikundige verbindingen.

Bij wolframkontakten heeft men ontdekt, dat bepaalde organische dampen, o.a. ook damp van weekmakers (bijv. diphenyl- en dibutylphalaat) *directe chemische verbindingen* met het metaal aangaan. Het betreft hier dus corrosieverschijnselen. Ze verlopen bijzonder snel bij hogere temperatuur en hoger vochtigheidsgehalte van de lucht. De ontstane deklaagjes hebben een isolerende werking.

Een ander verschijnsel is de *spontane polymerisatie* van geadsorbeerde stoffen, zonder dat zich enig mechanisch of elektrisch verschijnsel daarbij voordoet. Daarbij treedt een samensmelting van de geadsorbeerde moleculen op tot nieuwe, welke olieachtig lijken. Dit verschijnsel ziet men het sterkst bij de metalen van de platinagroep, d.w.z. bij platina, iridium en palladium. Ook op goud kunnen dergelijke polymerisaten ontstaan, doch het proces verloopt hier veel langzamer.

Tot spontane polymerisatie lenen zich zowel gassen van zuivere koolwaterstoffen, als ook uitwasemingsdampen van papier- en draadisolatiesoorten, van vloerbedekking en de onderhoudsmiddelen hiervan.



Figuur 3

Een verdere variant is *polymerisatie door wrijving*.

Daarbij worden geadsorbeerde organische substanties door de werking van de contactwrijving tot isolerende poedervormige substanties omgezet, zonder dat de kontakten daarbij stroomvoerend schakelen.

Berucht geworden is het zgn. „bruine poeder” van de Bell-laboratoria. Dit leverde het overtuigende bewijs voor het bestaan van polymerisatie door wrijving. Dit verschijnsel doet zich ook weer het sterkst voor bij de platinagroep; gouden en zilveren kontakten hebben hier nagenoeg geen last van.

De rij van de reactie-vormende organische stoffen omvat de aliphatische en aromatische koolwaterstoffen, alsmede afleidingen hiervan (aldehyden, ketonen, aminen, phenolen).

Bijzonder gevaarlijk zijn benzol, toluol, terpentijn, styrol en dergelijke substanties. Het ontstaan van polymerisatie-producten neemt in het algemeen toe bij groter wordende ketenlengte van de moleculen en is bij aromatische koolwaterstoffen groter dan bij aliphatische. Ze is bovendien afhankelijk van de concentratiefactor van de organische dampen.

Fig. 4 laat zien de mate van wrijvingspolymerisatie in de nabijheid van benzoldamp. Het betreft hier gegevens, welke in de Bell-laboratoria met palladium-kontakten werden verkregen. De Kontaktdruk bedroeg 30 g, het aantal wrijvingsbewegingen  $4 \cdot 10^6$  bij een frequentie van 6 per seconde. Reeds bij een

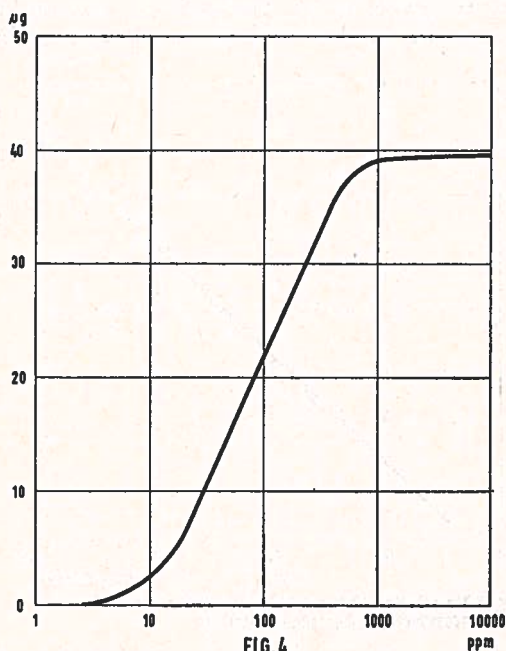


FIG. 4  
WRIJVINGSPOLYMERISATIE AAN PALLADIUMCONTACTEN AFHANKELIJK VAN DE  
CONCENTRATIE VAN DE BENZOLDAMP (IN ppm [1 ppm = 1 cm<sup>3</sup> PER m<sup>3</sup>])

geringe benzolconcentratie van 10 mg/m<sup>3</sup> lucht begon een duidelijke poedervorming. Een chemisch onderzoek wees uit, dat dit poeder uit veelvoudige, amorfe en veel moleculen bevattende organische verbindingen bestaat. Aromatische ringen polymeriseerden tezamen met alkeen- en carbonylgroepen tot lange kettingmoleculen onder gelijktijdige opname van zuurstof.

Het probleem van de wrijvingspolymerisatie is nog steeds actueel bij hermetisch afgesloten relais, omdat, ondanks de beste keuze van de kunststofbestanddelen, het afzetten van organische stoffen niet volkomen te vermijden is. Er zijn daarom onderzoeken verricht om inhibitoren<sup>1)</sup> te vinden, die de wrijvingspolymerisatie voorkomen of tenminste verminderen. Men heeft reeds zekere organisch-metallieke verbindingen gevonden, welke deze werking hebben.

Zo hebben laboratoriumproeven aangetoond, dat loodtetra-ethyl zeer werkzaam is, gevolgd door dergelijke samenstellingen als kwikdimethyl en tintetra-ethyl. Ze bewerken een sterke vermindering van de bij de wrijvingspolymerisatie optredende producten.

Onder invloed van loodtetra-ethyl bedraagt het organische aandeel slechts ongeveer 1 % tegenover 90 % zonder deze inhibitor. Het schijnt dan ook mogelijk om door vulling van de kontaktruimte met een geëigend organisch gas een atmosfeer te verkrijgen, welke de schadelijke werking van de kunststofgassen grotendeels teniet doet.

#### 4c. Ontleding van scheikundige verbindingen.

Tegenover het verschijnsel van de polymerisatie door adsorptie van organische bestanddelen, staat dat van de ontleding van scheikundige bestanddelen.

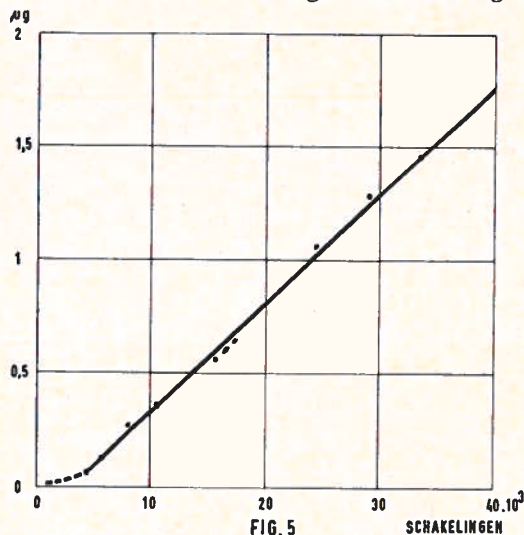


FIG. 5  
VORMING VAN KOOLSTOF BIJ DE ONTLEDING VAN BENZOLDAMP DOOR  
STROOMVOERENDE ELECTRISCHE CONTACTEN

<sup>1)</sup> Een inhibitor is een reagens, dat in kleine concentratie gedoseerd wordt, om voortzetting van de polymerisatie te stoppen.

Ook dit laatste kan zeer nadelig werken, wanneer het tot aantasting van de kontakten aanleiding geeft. Daarbij worden de kontakten met een laagje koolstof of koolproducten bedekt. Deze afzettingen hebben een ongunstige invloed op het stroomvoerend schakelen van de kontakten, terwijl er in meerdere mate vonkvorming optreedt. De slijtage van de kontakten door verbranding is in dit geval wel 100 x zo groot als bij schone kontakten. Verder wordt de overgangsweerstand veel groter door de minder goede geleidbaarheid van de substantie, welke de kontakten bedekt. Er doen zich weerstanden van 100  $\Omega$  tot enige megohms voor.

Deze aantasting van de elektrische kontakten is door de Bell-laboratoria ook terdege onderzocht.

Fig. 5 laat de mate van afzetting zien van koolstof op platinakontakten, welke in benzolhoudende lucht werken. De productie van koolstof is onafhankelijk van de luchtdruk; het is voldoende dat zich benzolmoleculen op de kontakten afzetten, die dan door de optredende vonk ontleed worden. Daarentegen zijn de schakelsnelheid en de energie van de vonk wel van invloed. Uit fig. 5 blijkt, dat de afzetting van koolstof nagenoeg evenredig is met het aantal schakelingen.

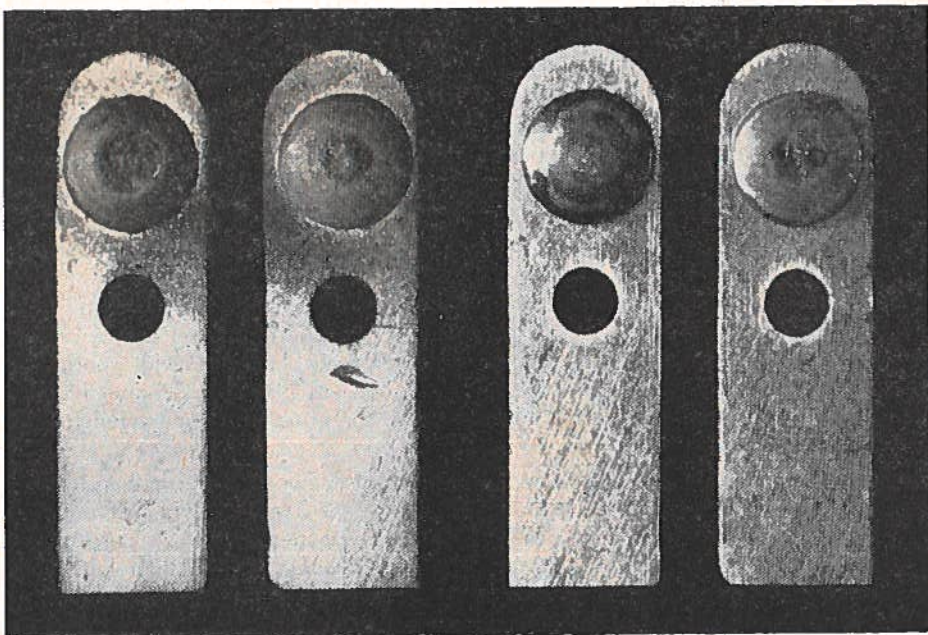
Doordat voorafgaand aan deze ontleding een adsorptie van dampen moet plaatsvinden, zijn het in wezen dezelfde oorzaken, die zowel de wrijvingspolymerisatie als de koolstofafzetting tengevolge hebben. Dit geldt voornamelijk voor de metalen, waaruit de kontakten bestaan; platina ondervindt hiervan de grootste invloed, doch alle edele metalen, zoals ook zilver ondervinden deze nadelige invloed.

Onderzoekingen, ook in Europa, hebben tot een dieper inzicht geleid en hebben de lijst van de nadelige metalen en organische stoffen doen volmaken. Eigen onderzoekingen hebben bovendien aangetoond, dat de ontleding van organische stoffen niet altijd tot vorming van koolstof aanleiding geeft; door kraak- en verdampingsprocessen kunnen ook andere slechtgeleidende, roethoudende tussenproducten ontstaan. Dit hangt af van het waterstofgehalte van deze stoffen. Laboratoriumproeven van de laatste tijd bewezen vooral, dat de uitwasemingsdampen, welke door de relais in onze centrales worden afgegeven op de kontakten neerslaan en vervolgens ontleed worden. Bij deze onderzoekingen waren enkele, van veel kontakten voorziene relais in, naar verhouding, grote dozen (inhoud ca 10 dm<sup>3</sup>) opgesteld.

Bij proeven in enkele dozen tegelijk werd verhinderd, dat de afgegeven dampen hun invloed konden doen uitoefenen, wanneer actieve koolstof (30 g over 50 cm<sup>2</sup> verdeeld) in de ruimte werd gebracht. Deze is in staat organische dampen, ook wanneer ze slechts in geringe concentraties aanwezig zijn, volledig te absorberen. De overige gegevens voor de kontakten van de beproevingsrelais waren:

spanning: 48 V;  
stroom: 48 mA inductief, doordat een relaispoel van 1000  $\Omega$  werd in- en uitgeschakeld;  
schakeltijd: 20 sec. open, 20 sec. gesloten;  
kontaktmateriaal: zilver.

Figuur 6 toont de kontakten na  $10^6$  schakelingen. Het linker paar kontakten bevond zich in een ruimte zonder actieve koolstof, bij het rechter paar kontakten was dit wel aanwezig. De goed zichtbare zwarte aanslag op de linker kontakten bewijst duidelijk de opgetreden uitwaseming en de ontleding van de koolstof, of op zijn minst de aanwezigheid van de roetachtige substanties. Ook is de aantasting van het kontaktmateriaal hier groter dan bij het rechter kontaktenpaar.



Figuur 6

## 5. De invloed van siliconen

Sedert een 10-tal jaren is bekend, dat siliconen, of beter gezegd, de in een vonkenboog hieruit gevormde nevenproducten, elektrische kontakten onbruikbaar kunnen maken. De zeer onaangename invloed van siliconen werd het eerst in Frankrijk en in Duitsland geconstateerd; later ook in Zwitserland en sedert kort in Zweden.

Vermoedelijk heeft men in de aanvang niet direct de invloed van siliconen daarin gezien. Voorbeeld daarvan is het verdampen van onderdelen van bakeliet, waaraan men de nadelige gevolgen voor de kontakten toeschreef. Feitelijk kan men zich hierover verwonderen, omdat bakeliet reeds vele 10-tallen jaren in de zwakstroomtechniek in enorme hoeveelheden wordt gebruikt, zonder dat zwaarwegende schadelijke invloed op elektrische kontakten kon worden vastgesteld.

De nieuwste onderzoeken wezen uit, dat niet bepaald in het bakeliet zelf

de oorzaak moest worden gezocht. Teneinde de bakelieten onderdelen gemakkelijk uit de persmallen te doen lossen, worden silicoonhoudende stoffen toegepast; op de voorwerpen blijven resten van deze losmiddelen achter en in deze sporen blijkt de oorzaak van de storingen te liggen.

Siliconen zijn scheikundige verbindingen, welke silicium- en zuurstofatomen bevatten, waarbij de aanwezige siliciumatomen door koolstofresten afgescheiden worden.

De toenemende mate van toepassing van siliconen berust op een aantal gunstige eigenschappen. Siliconen zijn warmtebestendig, waterafstotend, hebben geen corrosie tot gevolg en zijn bestand tegen vele scheikundige producten.

Ze kunnen tot olie-, creme-, lak-, gummi- en harssoorten worden verwerkt. De olie is een kleurloze, neutrale en reukvrije vloeistof. De soorten met een lage viscositeit (vloeibaarheid) laten zich gemakkelijk oplossen.

Behalve als losmiddel uit vormmallen in de persen worden siliconen in de techniek nog verder toegepast. In de cosmetische creme voor huid- en haarverzorging en voor onderhoud van de autolakken zijn ze onontbeerlijk geworden.

Haardunne vliesjes van silicoonolie hebben op relaiskontakten even weinig invloed als andere smeermiddelen. Dit verandert evenwel door de thermische werking van de vonkenboog. Daardoor worden de siliconen onder invloed van de zuurstof uit de lucht geoxydeerd. Deze oxydatie begint bij de koolwaterstofresten, bijv. de  $\text{CH}_3$ -groepen, waarbij zich verbindingen met koolwaterstof vormen. Omdat het hier om vluchtige substanties gaat, zullen ze praktisch geen invloed op de kontakten uitoefenen.

Door de oxydatiewerking bij de koolwaterstofresten ontstaan echter tevens nieuwe silicoonverbindingen, welke niet meer het karakter hebben van olie, maar van gummi of hars. De nadelige gevolgen hiervan op relaiskontakten behoeven geen nadere toelichting.

Bij verdergaande thermische beïnvloeding (bij ca 400 °C) wordt de ontledings-temperatuur van de siliconen bereikt. Als eindproduct komt hierbij siliciumdioxide ( $\text{SiO}_2$ ) naar voren, dat als kwarts een uitgesproken isolatiestof is. De weerstand van dunne vliesjes kan  $10^{16} \Omega \text{ cm}$  bedragen.

Siliciumdioxide-laagjes ontstaan niet alleen bij schakelkontakten, maar ook bij stroomvoerende sleepkontakten. Men heeft daarbij zelfs geconstateerd, dat bij een kontaktdruk van 500 g deze vliesjes niet weggenomen worden en dat ze eerst bij spanningen van ca 10 kV doorslaan.

Silicon-oliën hebben een geringe adhaesie t.o.v. het contactmateriaal; het „kruipt” daardoor gemakkelijk over de oppervlakte. Siliconvliesjes herstellen zich daardoor gemakkelijk, wanneer ze door reiniging of door een vonk weggenomen worden.

Dit heeft tot gevolg, dat isolerende  $\text{SiO}_2$ -laagjes zelfs na lange tijd steeds nog weer opnieuw gevormd kunnen worden, vooropgesteld dat in de nabijheid van



de kontakten nog siliconen voorhanden zijn. Dit kan bijv. het geval zijn in de hiervoor genoemde losmiddelen uit matrijzen, welke in geringe hoeveelheden op de bakelieten voorwerpen achterblijven.

Wanneer zich uit de siliconen op de kontakten eenmaal een  $\text{SiO}_2$ -laagje heeft gevormd, dan helpt geen normaal reinigingsmiddel meer. Er blijft dan niet anders over, dan het harde laagje mechanisch weg te nemen en voor zorgvuldig verwijderen van het slijpsel te zorgen, opdat niet opnieuw siliconolie naar de kontakten kan „kruipen”.

Van een afdoende sanering van de door siliconen aangetaste kontakten kan dus slechts worden gesproken, wanneer zowel de harde isolerende laag, als de aanwezige siliconenvoorraad worden weggenomen. Er bestaan wel specifiek werkende stoffen, die het „kruipen” van siliconen kunnen verhinderen, indien hiermede een doeltreffende barrière wordt aangebracht.

Het zonder meer aantonen van de aanwezigheid van siliconen of hun nevenproducten op kontakten en relaisonderdelen is door de geringe sporen ervan niet eenvoudig. Hun invloed zal slechts met behulp van andere middelen kunnen worden bewezen.

Wanneer kontakten, welke een hoge overgangsweerstand vertonen, met een loep worden bekeken en men bespeurt dan geen kleine zwarte roetafzettingen of geen andere poedervormige stoffen, terwijl ook stof, kontaktverbranding of vervorming buiten beschouwing kunnen blijven, dan kan men aannemen dat er zich een silicoonlaagje heeft gevormd.

In vele centrales zijn kontakten, waarbij storingsoorzaken op rekening van de siliconeninvloed moesten worden geschreven, met goed gevolg onder handen genomen. Verder worden er bij de fabricage van relais maatregelen getroffen, welke de invloed van siliconen bij voorbaat onmogelijk maken.

Het gevaar van siliconen mag dus — van deze kant bezien — als bestreden worden beschouwd. Daartegenover blijft het latente gevaar bestaan, dat silicoonhoudende producten onbewust in de centrales worden gebracht. Vele zalfjes, pasta's, huid- en gezichtscreme's bevatten siliconen, zodat het personeel van de centrale de automaat ongewild kan besmetten. Er zijn telefoonfirma's, die om deze redenen silicoonvrije creme's ter beschikking stellen, teneinde te voorkomen, dat de andere „gevaarlijke” worden gebruikt.

## 6. Slotopmerkingen

Voorgaande beschouwingen over de schadelijke invloed op de relaiskontakten laten zich — voor zover ze voor de praktijk van belang zijn — als volgt samenvatten:

a. Bij het *onderhoud van de kontakten* mogen geen ondoelmatige mechanische reinigingsmethoden worden toegepast en geen kontaktreinigings- of beschermingsmiddelen worden aangewend, welke niet onderzocht en goedgekeurd zijn. Ongemotiveerd onderhoud kan schadelijk werken.

b. Tot op heden zijn in onze (d.w.z. de Zwitserse) centrales geen ernstige kontaktstoringen opgetreden, welke het gevolg zijn van *schadelijke invloeden vanuit de lucht*. Toch dient hierop bij voorbaat te worden gelet.

(Wat de centrales in ons land betreft, kan worden opgemerkt, dat in de automatenzaal te Geleen een overdruk wordt onderhouden, teneinde te beletten, dat de veel roet bevattende lucht van buiten niet binnen de centrale komt.)

c. Hetzelfde geldt met het oog op de schadelijke invloed door *uitwasemende kunststoffen*. In telefooncentrales en huisautomaten zijn — zoals bekend — onderdelen en materialen als relais, draad en kabels met PVC-isolatie, vloerbedekking enz. aanwezig, welke organische dampen kunnen afgeven. Deze kunnen dus een schadelijke invloed op de contacten uitoefenen.

Door een doelmatige keuze van de te gebruiken kunststoffen, alsook door een goede ventilatie van de automatenzalen, kan het gevaar worden voorkomen.

d. *Siliconen* zijn gevaarlijk voor de goede werking van de contacten. Ze kunnen afkomstig zijn van uit bakeliet geperste onderdelen, omdat ze daar in het losmiddel voorkomen. Het gevaar bestaat ook dat ze langs een omweg via cosmetische producten in werkplaatsen en centrales komen. De op de contacten ontstane laagjes isoleren bijna volkomen. Gereinigde contacten kunnen opnieuw aangetast worden, wanneer siliconen hierheen kunnen „kruipen”. Alles dient daarom te worden gedaan om de siliconen verre van de relaiscontacten te houden.

---

## RECTIFICATIE

Met het aanbieden van onze excuses voor de gemaakte vergissing, delen wij U mede, dat in het aprilnummer bij het artikel „PTT-voorlichting” abusievelijk de naam van de Heer J. H. Schuilenga als schrijver ervan werd vermeld.

de Red.

# OEFENPAGINA

33-67

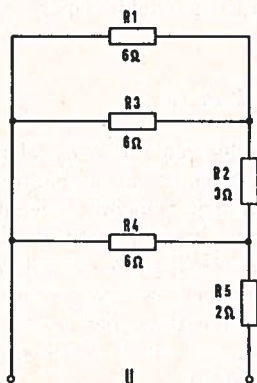
## Vraagstukken voor het 1-onderzoek:

- $16,2 + 2,4689 + 0,207 + 1,1241 =$
- $2,83 + 8920,2 + 0,007 + 481 + 0,003 =$
- $7598 - 82,9516 =$
- $47,371 - 6,473 + 0,473 - 9,371 + 376 =$
- $78,4 \times 0,352 =$
- $43056 : 2,08 =$
- $\{(15 - 5) \times 7 - 9 + (52 - 4) : 6\} : 3 =$
- $8 \times 6 : 3 - 2 \times 5 + 7 \times 4 - 3 =$
- $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{5}{8} - \frac{6}{7} : 2 =$
- $\left\{ \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) : \frac{1}{2} \right\} \times \frac{1}{4} + \frac{2}{3} =$

## Herhalingsoefeningen:

- $\sqrt{5551,7401} =$
- $[0,9 + \{(0,03 - 0,1^2) : 2\} \times 10 - 1 : 2^2] \times 10 + 10 : \sqrt{25} =$
- $\frac{-a^8 + a^7 - a^6 - a^5 + a^4 - a^3}{-a^2} =$
- $-(2a + 3b) - [2a - 3b - \{2a - 3b - (2a - 3b)\}] =$
- $\frac{2}{3}(x - 1) - \frac{1}{5}(3x + 1) + \frac{1}{2}(x - 3) = \frac{1}{10}(5 - x) + \frac{2}{15}; x = ?$
- $\left. \begin{aligned} \frac{3(2x + 1)}{4} - \frac{2(3y - 2)}{5} &= 1,9 \\ \frac{5(5x - 1)}{6} + \frac{3(2y + 1)}{4} &= 1\frac{2}{3} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} x &= ? \\ y &= ? \end{aligned}$

17. Van een vierkant is de oppervlakte  $1300,5 \text{ cm}^2$ .  
Bereken de diagonaal.
18. Van twee cirkels verhouden zich de diameters als  $5 : 2$ . De oppervlakte van de kleinste cirkel is  $96 \text{ cm}^2$ . Bereken de oppervlakte van de grootste cirkel.
19. Bereken de inhoud van een vierzijdige piramide, waarvan de hoogte  $25 \text{ cm}$  bedraagt en het grondvlak een rechthoek is van  $15 \times 10 \text{ cm}$ .
20. Een balk is  $4 \text{ m}$  lang en wordt in A en B ondersteund. Op  $1 \text{ m}$  van A hangt een gewicht van  $1000 \text{ N}$ , op  $1,5 \text{ m}$  van B een last van  $3000 \text{ N}$ . Het eigen gewicht van de balk is te verwaarlozen. Bereken de reactiekrachten in de steunpunten.
21. Vijf weerstanden zijn geschakeld als in fig. 1 getekend. De spanning  $U_5$  aan de klemmen van  $R_5$  bedraagt  $40 \text{ V}$ . Bereken:
  - a. de stroom  $I_5$  in  $R_5$ ;
  - b. de vervangingsweerstand  $R_v$  van de totale keten;
  - c. de aangelegde spanning  $U$ ;
  - d. de stroom in elke weerstand;
  - e. de spanning aan de klemmen van elke weerstand.



Figuur 1

22. Drie elementen, elk  $E = 1,4 \text{ V}$  en  $R_i = 0,05 \Omega$ , worden in serie geschakeld en aangesloten op een uitwendige weerstand van  $0,45 \Omega$ .  
Bereken:
  - a. de stroom  $I$ ;
  - b. het spanningsverlies  $U_v$  in de batterij;
  - c. de klemspanning  $U_k$  van de batterij.
23. Twee elementen,  $E_1 = 2 \text{ V}$  en  $R_{i1} = 0,1 \Omega$ ,  $E_2 = 1 \text{ V}$  en  $R_{i2} = 0,2 \Omega$  zijn parallel geschakeld en aangesloten op een uitwendige weerstand van  $6,6 \Omega$ . Bereken de stromen.

Antwoorden op blz. 159

# De nieuwe weerberichtinstallatie

C. L. QUINT

34-67

(Vervolg van blz. 102).

## 8. Samenwerking bedieningstableau te de Bilt met de afstandbesturing en de weerberichtmachine te Utrecht

*In verband met de omvangrijkheid van het schema zal alleen dat gedeelte van het schema worden besproken, wat bij een gegeven commando vanuit de Bilt of vanuit Utrecht ter zake dienende is.*

*Bij deze wijze van behandeling is de mogelijkheid aanwezig, dat in één figuur twee relais met dezelfde benaming voorkomen. Om een dergelijk schema toch leesbaar te maken worden in voorkomende gevallen de benaming en de contacten van één van deze relais onderstreept. Deze dubbelgangers komen voor, omdat het relais of bij de hulprelais van de machines beboren of bij de relais voor afstandbesturing. Beide zijn aparte eenbeden.*

Vooreerst volgt een overzicht van de relaisfunctie van de afstandbediening te Utrecht. De tussen haakjes vermelde cijfers geven de figuren aan waar de relais in voorkomen.

Relais voor de afstandbesturing.

**B1, B2 en B3 (20)** Slechts één van deze relais kan aangetrokken zijn nl. van de machine die in bedrijf is en het krijgt aan het einde van iedere melding gelegenheid af te vallen. Het blijft echter aangetrokken als het gelijk genummerd BV relais aangetrokken is. Is een ander BV relais aangetrokken, dan trekt ook het daarbij behorende B relais aan en wordt de betrokken machine in bedrijf genomen. De machine waarvan het B relais afvalt komt in de stand „buiten bedrijf”.

**BV1, BV2 en BV3 (20)** Slechts één van deze relais kan aangetrokken zijn. In het algemeen is dat het relais van de machine die in bedrijf is. Als echter het relais, behorende bij de machine die het bedrijf moet overnemen opgebracht wordt, valt het eerstgenoemde BV relais af. Na het voltooiën van de aan de gang zijnde melding valt ook het B relais af. Het met het nieuwopgebrachte BV relais gelijkgenummerde B relais schakelt nu ook de machine met de nieuwe tekst in.

Een BV relais valt af als een gelijk genummerd R- of V-relais aantrekt.

- R1, R2 en R3 (21)** Slechts één van deze relais kan aangetrokken zijn. De gelijkgenummerde staat dan in reserve. Als nu, tengevolge van het verdwijnen van de modulatie, het hiervoor genoemde BV relais afvalt, dan zal het AL relais aantrekken. Het BV relais, dat overeenkomstig genummerd is als het R relais, zal dan aantrekken. Is het overeenkomstig genummerd BV relais aangetrokken dan valt relais-R af. Relais R valt ook af als het overeenkomstige U relais aantrekt of als een ander R relais aantrekt.
- U1, U2 en U3 (21)** Iedere machine waarvan het U relais is aangetrokken staat buiten dienst. Een U relais valt af als een overeenkomstig BV of R relais aantrekt.
- B1H, B2H en B3H (20)** Dit zijn hulprelais van respectievelijk B1, B2 en B3.
- BV1H, BV2H en BV3H (20)** Dit zijn hulprelais van respectievelijk BV1, BV2 en BV3.
- DA (20)** Hulprelais bij het ontvangen van de code op de G en H relais.
- KA (23)** Alarmrelais.
- GA (23)** Alarmrelais.
- 1, 2 en 3 (15) (21)** Relais die de ontvangen code op de A- en B relais herleiden tot machine 1, 2 of 3.
- 1H, 2H en 3H (15) (21)** Hulprelais van de relais 1, 2 en 3.
- 1A en 1B (16)** Relais die in code opgeven, welke machine inbeslag is genomen.  
1A betekent machine 1.  
1B betekent machine 2.  
1A en 1B samen betekent machine 3.
- M4 (23)** Relais dat de lengte afpast voor de as-impuls.
- MS (22)** Hulprelais voor het in bedrijf stellen, het in reserve stellen of het buiten bedrijf stellen van een machine van de inspreekcel te Utrecht af.
- O (18)** Relais dat overschakelt van inspreek- naar weergeefrichting.
- OM (22)** Dit relais schakelt een aantal functies van de afstandbesturing om t.b.v. het bedieningstableau te Utrecht bij het omleggen van het slotcontact op dat bedieningstableau.
- OMH en OMHH (22)** Hulprelais van OM.
- W (17)** Relais dat aantrekt op de code van het commando „wissen” (relais D op).

<b>OP (16)</b>	Relais dat aantrekt op de code van het commando „opnemen” (relais C op).
<b>ST (18)</b>	Relais dat aantrekt op de code van het commando „stop” (relais F op).
<b>LU (22)</b>	Relais dat aantrekt op de code van het commando „beluisteren tekst” (relais E op).
<b>VMR (22)</b>	Relais dat aantrekt op de code van het commando „herstellen” (relais E en F op).
<b>PS (16) (20) (21)</b>	Relais dat aantrekt als de inbeslagneming is voltooid. Schakelt relais V in.
<b>V (16) (20)</b>	Relais dat aangetrokken blijft gedurende de gehele bedieningstijd.
<b>PSH (16)</b>	Hulprelais van PS.
<b>VH (21)</b>	Hulprelais van V.
<b>OW (16) (17)</b>	Relais voor het afpassen van het signaal „gereed”.
<b>SO en SW (16) (17)</b>	Relais voor het in code zenden van het „gereed” signaal, (De relais SO en SW beide aangetrokken). En voor het in code zenden van de kwijtingssignalen. SW voor het inschakelen van de lamp „wissen”. SO voor het inschakelen van de lamp „opnemen”.
<b>SS en SL (22)</b>	Relais voor het in code zenden van het signaal „geblokkeerd” (SS en SL aangetrokken) en de kwijtingssignalen: „stoppen” met het relais SS op en „beluisteren tekst” met het relais SL op.
<b>SR en SU (15) (21)</b>	Relais voor het in code zenden van de toestand van de aangewezen machine. SR op is machine in reserve. SU op is machine uitgeschakeld. SR en SU samen op is machine in bedrijf.

Besproken zullen nu worden de schakelingen die tot stand komen naar aanleiding van de gegeven commando's vanuit de Bilt.

Als eerste van de inspreekprocedure komt aan de orde, het onderzoek naar de situatie, waarin de machine verkeert nl. in bedrijf, in reserve of buiten bedrijf. Dit geschiedt in de Bilt door het draaien van de schakelaar in de standen 1, 2 of 3.

De code die bij elke stand wordt uitgezonden is als volgt :

Stand 1 — op 2a; stand 2 — op 2b; stand 3 — op 2a en 2b.

Nemen we aan, dat machine 1 op het bedrijf staat, machine 2 in reserve en machine 3 buiten bedrijf. In deze gegeven volgorde zijn in de afstandbediening de volgende relais op:

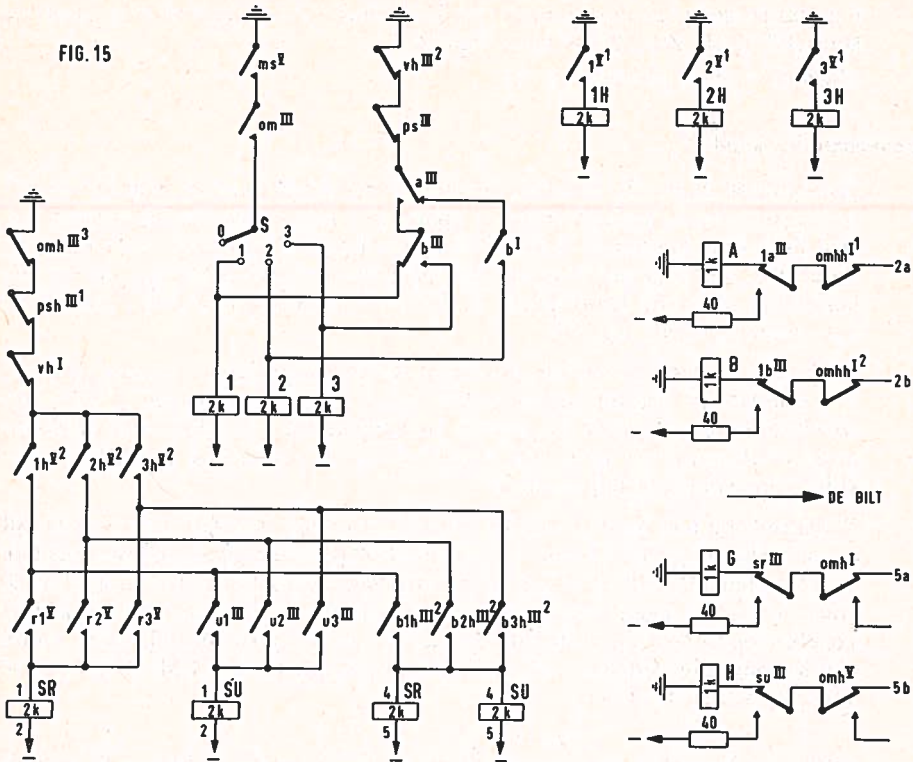
Machine 1 B1 — BV1 — B1H — BV1H.

Machine 2 — R.

Machine 3 — U.

Later wordt hierop teruggekomen.

FIG. 15



**Schakelaar in de Bilt in stand 1.**

Geeft dus min op 2a en doet in Utrecht relais A opkomen; zie hiervoor het schemagedeelte van figuur 15. Het contact a<sup>III</sup> legt om zodat relais 1 opkomt. Relais 1 bekrachtigt met 1<sup>V1</sup> relais 1H, dat eveneens opkomt. Contact 1h<sup>V2</sup> sluit en afhankelijk van het gesloten contact ru of b1h zal respectievelijk relais SR, SU of SR en SU samen opkomen. In de aangenomen situatie staat machine 1 in bedrijf en is dus relais B1H op, zodat contact b1h<sup>III2</sup> gesloten is en de relais SR en SU opkomen.

Dit heeft tot gevolg, dat via sr<sup>III</sup> spanning wordt gelegd aan 5a en door contact su<sup>III</sup> aan 5b. Op het bedieningstabeau te de Bilt (fig. 14 op blz. 81) gloeit nu de lamp LB door herleiding van de ontvangen code. LB is lamp bedrijf. Machine 1 staat in bedrijf.

**Schakelaar in stand 2.**

Dit heeft tot gevolg, dat spanning komt op 2b, waardoor relais B opkomt en met b<sup>I</sup> relais 2 opbrengt.

Contact 2<sup>V1</sup> doet relais 2H opkomen. Contact 2h<sup>V2</sup> sluit en omdat machine 2 in reserve staat is contact r2<sup>V</sup> gesloten, zodat relais SR opkomt. Contact sr<sup>III</sup>



legt om en geeft spanning aan 5a. Na herleiding van de gegeven code gloeit de lamp LR te de Bilt. LR is lamp reserve.

Machine 2 staat reserve, fig. 14.

### Schakelaar in stand 3.

Spanning op 2a en 2b, waardoor de relais A en B opkomen en door  $a^{III}$  en  $b^{III}$  het circuit voor 3 gesloten wordt. Contact  $3V^1$  doet relais 3H opkomen. Contact  $3hV^2$  sluit en omdat machine 3 buiten bedrijf staat is contact  $u3^{III}$  gesloten, zodat relais SU opkomt. Contact  $su^{III}$  legt om en geeft spanning op 5b. Na herleiding gloeit de lamp LU te de Bilt. LU is lamp uit bedrijf. Machine 3 staat buiten bedrijf, fig. 14.

Als tweede handeling van de procedure wordt nu machine 3, waarvan zojuist is geconstateerd dat hij buiten bedrijf staat, in beslag genomen. Te de Bilt wordt hiervoor op toets G gedrukt, zie figuur 14, waardoor een afgepaste impuls van circa 150 msec wordt gegeven op 3a en 3b. De schakelaar dient aldaar op stand 3 te blijven staan.

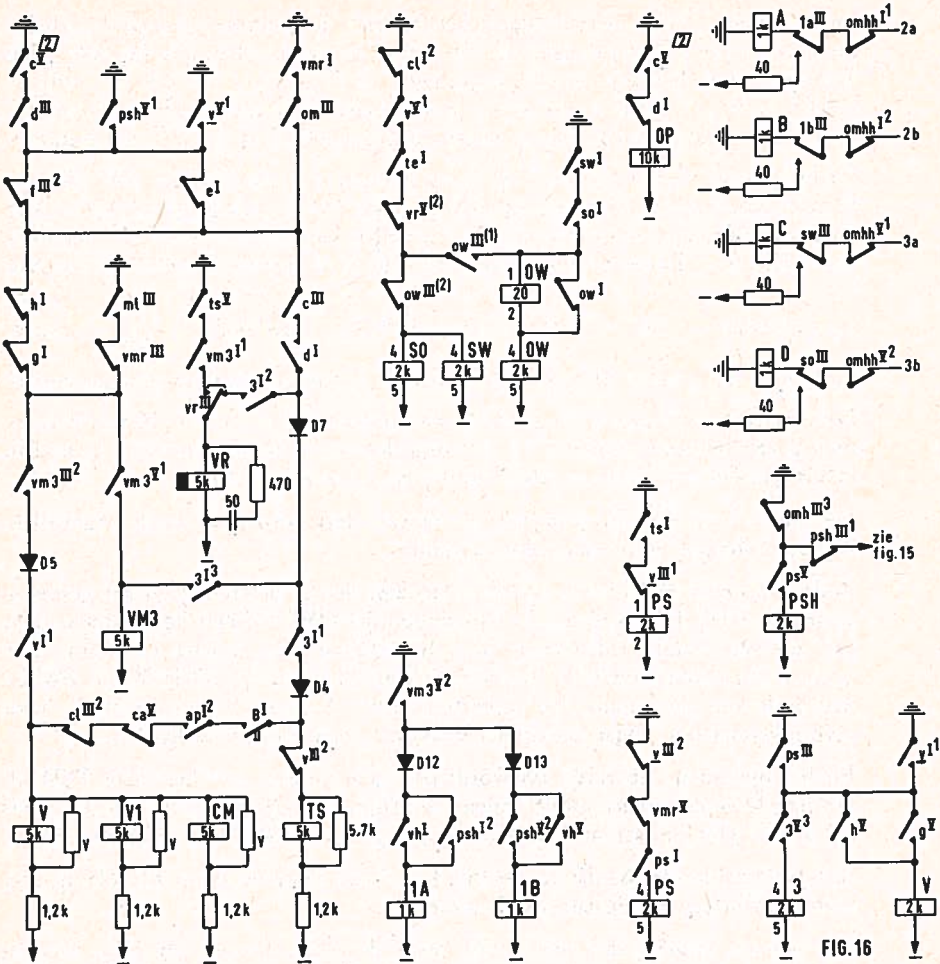
Wanneer nog niet op de G-toets is gedrukt, dan zijn de relais A, B, 3, 3H, SR en SU bekrachtigd (zie figuur 15). Van schemagedeelte figuur 16 zijn hierdoor de contacten  $3^1$ ,  $3^2$  en  $3^3$  gesloten, alsmede de contacten B1 en  $ap^2$  (machine in rust). Door het drukken van toets G in de Bilt wordt spanning gegeven op 3a en 3b, waardoor de relais C en D opkomen. Hierdoor wordt een stroomkring gesloten voor de relais VR, VM3, V, V1, CM en TS en wel voor V, V1 en CM over:

$$\begin{aligned} \text{aarde} &\text{--- } c^V \text{--- } d^{III} \text{--- } \frac{f^{III2}}{e^I} \text{--- } c^{III} \text{--- } d^I \text{--- } D7 \text{--- } 3^1 \text{--- } D4 \text{--- } B^1 \text{--- } ap^2 \\ &\text{--- } ca^V \text{--- } c^{III2} \text{--- } \frac{V}{V1} \text{--- } \text{spanning.} \\ &\hspace{10em} \text{CM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Voor TS over: aarde} &\text{--- } c^V \text{--- } d^{III} \text{--- } \frac{f^{III2}}{e^I} \text{--- } c^{III} \text{--- } d^I \text{--- } D7 \text{--- } 3^1 \text{--- } D4 \\ &\text{--- } v^{III2} \text{--- } TS \text{--- } 1,2 \text{ K --- spanning.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Voor VR over: aarde} &\text{--- } c^V \text{--- } d^{III} \text{--- } \frac{f^{III2}}{e^I} \text{--- } c^{III} \text{--- } d^I \text{--- } 3^2 \text{--- } vr^{III} \text{---} \\ &\text{VR --- spanning.} \end{aligned}$$

Bij het opkomen van TS wordt door  $ts^3$  relais  $PS_{1-2}$  opgebracht. Contact  $ps^{III}$  sluit en geeft relais  $3_{4-5}$  een houdcircuit via: aarde ---  $ps^{III}$  ---  $3V_3$  ---  $3_{4-5}$  --- spanning. Relais PS krijgt een houdcircuit over  $PS_{4-5}$  (aarde ---  $v^{III2}$  ---  $v_{mr}^V$  ---  $ps^I$  ---  $PS_{4-5}$ ), terwijl ook door  $ps^{III}$  de wikkeling 4-5 van relais 3 wordt ingeschakeld via  $3V_3$ , omdat bij de in beslag name door de Bilt het informatiecircuit wordt onderbroken, waardoor relais 3 zou afvallen, zie figuur 14.



Dit houdcircuit is nodig omdat bij het bekrachtigen van relais V het circuit voor relais TS door  $v^{III2}$  wordt onderbroken. De relais zijn zo gedimensioneerd, dat relais TS voldoende aantrekt om het circuit voor relais PS  $_{1-2}$  tot stand te brengen. Aangezien de relais C en D een afgepaste impuls ontvangen, zullen deze relais na het einde van de impuls afvallen. De contacten  $c^{III}$  en  $d^I$  worden dan verbroken, zodat voor de relais V, V1, CL en VM3 ook een houdcircuit tot stand moet komen. Dit is voor relais VM3: aarde —  $psh^V1$  —  $f^{III1}$  —  $h^I$  —  $g^I$  —  $vm3^V1$  — VM3. Voor relais V, V1 en CM: aarde —  $psh^V1$  —  $f^{III2}$

—  $h^I$  —  $g^I$  —  $vm3^{III2}$  — D5 —  $v^I$  —  $\frac{V}{V1}$  — spanning. Het VR relais be-

CM

waakt, dat niet vóór het tot stand komen van de hiervoor genoemde schakelingen, het gereedsignaal naar de Bilt wordt gegeven. Wanneer het VR relais aantrekt krijgt het een andere stroomweg nl.: spanning — VR —  $vr^{III}$  —  $vm3^I$  —  $ts^V$  — aarde ( $vr^{III}$  is een maak- voor verbreekcontact). Deze stroomweg blijft gehandhaafd zolang relais TS bekrachtigd is en  $ts^V$  dus gesloten. Gedurende de tijd dat relais VR op is kunnen de relais SO en SW niet opkomen, omdat in de stroomkring hiervan contact  $vr^V(2)$  is geopend. Relais VR, dat traag afvallend is, controleert het afvallen van relais TS en het opkomen van relais V. Valt relais TS af, dan valt VR af en komen de relais SO en SW

op via: aarde —  $cl^I$  —  $VV^I$  —  $te^I$  —  $vr^V(2)$  —  $ow^{III}(2)$  —  $\frac{SO}{SW}$  — spanning, mits het contact  $dl^I$  gesloten is d.w.z., dat de machine in de ruststand is.

De contacten  $sw^{III}$  en  $so^{III}$  leggen om en op beide lijnen, 3a en 3b, wordt spanning gezet, hetgeen resulteert na vertaling door de afstandbestudering te de Bilt in het gloeien van de lamp LK (lamp klaar), zie figuur 14.

De relais C en D zijn vóór het geven van deze impuls al reeds afgevallen. De impuls lengte wordt als volgt bepaald.

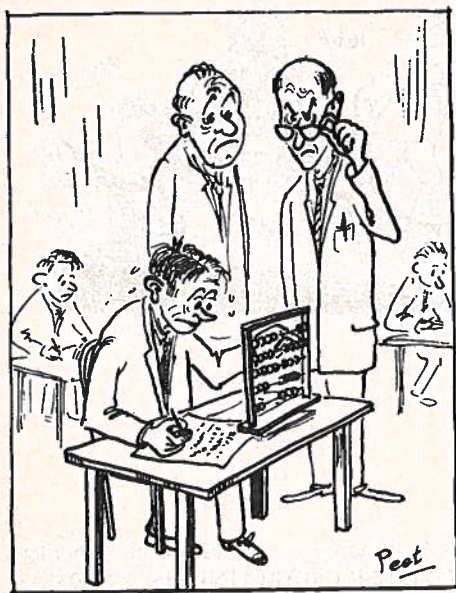
Zodra de relais SW en SO op zijn, dan zijn de contacten  $sw^I$  en  $so^I$  gesloten, waardoor relais OW vertraagd opkomt doordat OW 20 staat kortgesloten door  $ow^I$  en een houdcircuit krijgt door het sluiten van contact  $ow^{III}(1)$ . Het openen van contact  $ow^{III}(2)$  betekent het afvallen van de relais SO en SW en het einde van de impuls. De contacten  $ow^{III}(1)$  en  $sw^{III}(2)$  zijn maak- voor verbreekcontacten, zodat het doortrekken van relais OW verzekerd is.

Bij het opkomen van relais PS wordt ook door contact  $ps^V$  het relais PSH ingeschakeld. Het contact  $psh^{III}1$  opent; zie figuur 15, waarin is te zien dat relais SU afvalt. Het contact  $su^{III}$  wordt teruggelegd en verbreekt de spanning op 5b.

Het gevolg hiervan is, dat in de Bilt het circuit voor de lamp LU (lamp uit) wordt verbroken en de lamp LU dooft.

Het contact  $vm3^V2$  sluit het circuit voor de relais 1A en 1B (fig. 16) en omdat ook relais PSH opkomt zal de stroomkring voor beide relais gesloten zijn. De contacten  $1a^{III}$  en  $1b^{III}$  worden omgelegd en zetten spanning op 2a en 2b, hetgeen aanleiding geeft, dat te de Bilt de lamp L3 gaat gloeien. Lamp L3 geeft aan, dat we machine 3 inderdaad in beslag hebben genomen.

(wordt vervolgd.)



## Examenantwoorden 35-67

1. In de primaire wikkeling ontstaat door de aangesloten wisselspanning van 220 V, in de kern een wisselend magnetisch veld.

Door de wikkelverhouding van de primaire- en de secundaire wikkeling 1 : 20, zal in de secundaire wikkeling een spanning worden opgewekt van  $U_s = 20 \times 220 = 4400$  V.

2. De klemspanning  $U_k = I \times R_u = 2 \times 1,2 = 2,4$  V.

Het inwendige spanningsverlies is:

$$U_v = E - U_k = 5,4 - 2,4 = 3 \text{ V.}$$

$$U_v = I \times R_i,$$

$$R_i = \frac{U_v}{I} = \frac{3}{2} = 1,5 \ \Omega$$

3. a. Het aantal secundaire windingen wordt als volgt berekend:

$$N_p : N_s = 1 : 10$$

$$80 : N_s = 1 : 10$$

$$N_s = 80 \times 10 = 800 \text{ windin- gen.}$$

b.  $U_p : E_s = 1 : 10$

$$220 : E_s = 1 : 10$$

$$E_s = 220 \times 10 = 2200 \text{ V.}$$

4. a. Het schijnbare vermogen is:

$$U \times I,$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} =$$

$$\sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{2500} = 50 \ \Omega$$

$$U = I \times Z = 2 \times 50 = 100 \text{ V}$$

$$P_s = U \times I = 100 \times 2 = 200 \text{ VA.}$$

- b. Het werkelijke vermogen  $P$  is:

$$U \times I \times \cos \Phi$$

$$\cos \Phi = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = 0,6$$

$$P_w = U \times I \times \cos \Phi =$$

$$100 \times 2 \times 0,6 = 120 \text{ W}$$

- c.  $X = 40$

$$2 \pi fL = 40$$

$$L = \frac{X}{2 \pi f} = \frac{40}{2 \pi \times 50} =$$

$$\frac{40}{314} = 0,121 \text{ H.}$$

5.  $U_k = E - I \times R_i =$

$$2 - 0,5 \times 2 = 1 \text{ V}$$

$$R_u = \frac{U_k}{I} = \frac{1}{0,5} = 2 \ \Omega$$

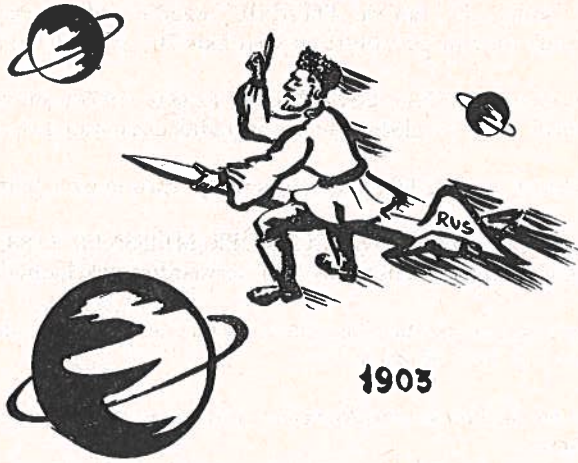
MIJLPALEN  
IN DE  
GESCHIEDENIS  
VAN DE  
TELE-  
COMMUNICATIE



J. H. SCHUILENGA

36-67

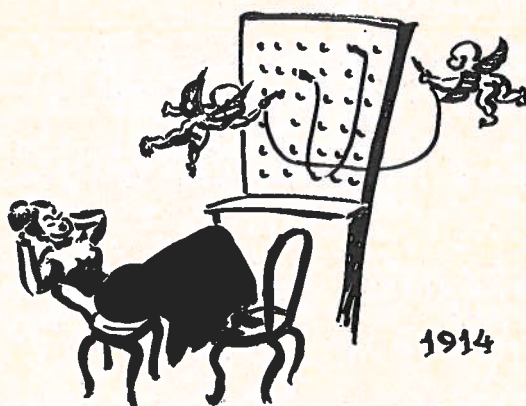
- 1901 12 december: de eerste radiotelegrafische verbinding tussen Europa en Amerika tot stand gebracht door de Italiaan GUGLIELMO MARCONI (1874—1937).
- 1902 De Deense geleerde KARL EMIL KRARUP (1872—1909) stelt voor, de zelf-inductie van kabelcircuits te verhogen door de aders te omwoelen met week-ijzerdraad.
- 1902 Tezamen met de Amerikaanse natuurkundige ARTHUR EDWIN KENNELLY (1891—1939) veronderstelt de Engelse professor Heaviside het bestaan van lagen in de dampkring, die elektromagnetische golven van bepaalde lengte terugkaatsen. Totdat de structuur beter bekend is, worden ze algemeen de Kennelly-Heaviside lagen genoemd. Twintig jaar later worden ze meer bekend als *ionosfeer*.
- 1902 De eerste CB-centrale in België geïnstalleerd: Brussel.
- 1902 15 november: de eerste telefonie-zeekabel, waarvan de zelfinductie is verhoogd volgens het Krarup-idee wordt tussen Helsingør (Denemarken) en Helsingborg (Zweden) gelegd.
- 1902 Edison en de Zweed JUNGNER ontwerpen de nikkel-ijzer accu, die in sommige telefooncentrales wordt toegepast.
- 1903 In Berlijn wordt door afgevaardigden van verschillende landen de grondslag gelegd voor de in 1906 op te richten Internationale Radiotelegraaf Unie.
- 1903 De Russische geleerde CONSTANTIN EDUARDOWITCH ZIOLKOWSKI stelt, dat een vuurpijl (raket) het enige praktische middel is om de bovenste lagen van de atmosfeer te verkennen.



1903

- 1904 16 november: de Engelsman JOHN AMBROSE FLEMING (1849—1945) vraagt patent aan op zijn diodebuis (buisdetector).
- 1906 25 oktober: de Amerikaan LEE DE FOREST (1873—1961) vraagt patent aan op de *audion* of triodebuis. Het patent, nr 841.387, werd hem op 5 juli 1907 verleend; het is een van de meest opzienbarende in de geschiedenis der uitvindingen.
- 1907 1907—1913: vele patentaanvragen worden ingediend met betrekking tot verbeteringen van de triode door ROBERT ON LIEBEN (1878—1913), SCHLÖMILCH en TIGERSTEDT.
- 1907 De Fransman EDOUARD BELIN (1876—1963) bouwt het eerste toestel voor het telegrafisch overdragen van handschriften en foto's.
- 1908 10 juli: in Europa gaat de eerste automatische telefooncentrale van Europese constructie in dienst in Hildesheim (Duitsland) met 900 aansluitingen, doch een capaciteit van 1200. De voeding van de telefoontoestellen geschiedt nog door lokale batterijen.
- 1908 De Duitser ERNST RUHMER en de Amerikaanse generaal GEORGE O. SQUIER nemen tussen 1908 en 1911 proeven met betrekking tot draaggolf-techniek voor telefoontransmissie.
- 1908 De jonge Amerikaanse geleerde ROBERT HUTCHINGS GODDART (1882—1945) onderzoekt de mogelijkheden van het gebruik van de vuurpijl voor waarnemingen op grote hoogte: de voorloper van de huidige telecommunicatie-satelliet.
- 1909 November: Marconi ontvangt de Nobelprijs voor natuurkunde voor zijn werk op het gebied van de draadloze telegrafie.

- 1912 14 april: ondergang van de TITANIC, waarbij radiotelegrafist Jack Phillips tot het einde op zijn post blijft en daardoor 705 passagiers het leven redt.
- 1912 De Amerikaan IRVING LANGMUIR (1881—1957) introduceert wolfram als materiaal voor de gloeidraad in de radiobuizen van Lee de Forest.
- 1912 De Engelsman W. H. ECCLES lanceert zijn theorie over korte golf-propagatie.
- 1913 De Oostenrijkse professor ALEXANDER MEISSNER (1883—1958) ontdekt de terugkoppeling bij buisketens. Hij vervaardigt ook kathodestraalbuizen.
- 1913 Vervolmaking van de elektronische buis met hoogvacuüm, die veel stabielier is dan de tot nu toe bestaande buis.
- 1913 Meissner en de Forest ontdekken het opwekken van trillingen met behulp van triodebuizen.
- 1913 De eerste lange afstand-telefoonkabel in Duitsland in gebruik genomen: Berlin-Keulen.
- 1914 De eerste automatische telefooncentrale volgens het indirecte systeem (rotary-systeem) van de Amerikaan F. R. Mc BERTY wordt in oktober in Darlington (Engeland) in dienst gesteld.
- 1914 In België worden de eerste 2 lange afstand-kabels tussen Brussel en Antwerpen gelegd.



- 1915 Januari: in Newark (New Jersey) richt Bell een centrale in volgens het voor Amerika ontwikkelde Panel-systeem (zie Studieblad 1955 blz. 175 e.v.).
- 1915 De reeds eerder genoemde Meissner ontwerpt de eerste met buizen uitgeruste radiozender. Hij werpt zich op de studie van de zeer hoge frekwenties.

- 1917 De eerste Rotary centrale op het vasteland van Europa: Zürich (Zwitserland).
- 1918 In de V.S. wordt de draaggolftechniek voor het eerst commercieel toegepast tussen Baltimore (Maryland) en Pittsburgh (Pennsylvania). Er zijn 4 kanalen op een aderstel.
- 1919 WALTER SCHOTTKY (1886) maakt een buis met 4 elektroden, de tetrode.
- 1920 De Zweed A. BETULANDER ontwerpt het systeem met kruisschakelaars (crossbar).
- 1921 De Amerikaanse hoogleraar W. G. CADY (1874) demonstreert de eigenschappen van kwartskristal voor het stabiliseren van trillingsketens en vestigt de aandacht op de praktische mogelijkheden voor de telecommunicatie.
- 1921 De Amerikanen E. H. COLPITTS (1872) en O. B. BLACKWELL (1884—1949) beschrijven in een lezing voor het Instituut van Elektrotechnische Ingenieurs, getiteld *Draaggolftelefonie en -telegrafie*, zekere ervaringen met draaggolfapparatuur voor telefonie en telegrafie.
- 1921 De door de 1e Wereldoorlog onderbroken automatisering van de Amerikaanse Bellcentrales wordt heropend met het in gebruik nemen van de Panelcentrale Omaha (Nebraska).

---

**Antwoorden van de vraagstukken op blz. 146 en 147.**

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. 20                                 | 15. $4\frac{1}{2}$  |
| 2. 9404,04                            | 16. $x = \frac{1}{2}; y = \frac{1}{3}$  |
| 3. 7515,0484                          | 17. 51 cm   |
| 4. 408                                | 18. 600 cm <sup>2</sup>   |
| 5. 27,5968                            | 19. 1250 cm <sup>3</sup>  |
| 6. 20700                              | 20. $A = 1875 \text{ N}; B = 2125 \text{ N}$  |
| 7. 23                                 | 21. $I_5 = 20 \text{ A}; R_v = 5 \Omega;$<br>$I_1 = 5 \text{ A}; I_2 = 10 \text{ A};$<br>$I_3 = 5 \text{ A}; I_4 = 10 \text{ A};$<br>$U_1 = 30 \text{ V}; U_2 = 30 \text{ V};$<br>$U_3 = 30 \text{ V}; U_4 = 60 \text{ V}.$ |
| 8. 31                                 | 22. $I = 7 \text{ A}; U_v = 1,05 \text{ V};$<br>$U_k = 3,15 \text{ V}$  |
| 9. $\frac{15}{112}$                   | 23. $I = 0,25 \text{ A}; I_1 = 3,5 \text{ A};$<br>$I_2 = -3,25 \text{ A}$   |
| 10. $1\frac{1}{24}$                   |   |
| 11. 77,77                             |   |
| 12. $\frac{9}{2}$                     |   |
| 13. $a^6 - a^5 + a^4 + a^3 - a^2 + a$ |   |
| 14. $-4a$                             |   |



# BOEKBESPREKING

37-67

In aansluiting op hetgeen wij in ons Studieblad onder nummer 66-060 op bladzijde 287 van het septembernummer 1966 publiceerden het volgende.

Wij ontvingen nu van de Uitgeverij N.V. J. B. Wolters te Groningen het verzoek kennis te geven van een boek getiteld:

- a. *Werktuigkunde deel 1*, eerste druk met daarbij,
  - b. *Controle-oefeningen werktuigkunde 1* en
  - c. *Antwoorden werktuigkunde 1*, een en ander geschreven door N. W. Velders.
- a. De inhoud van dit boek ziet er als volgt uit:

	Taak	
Beweging	1	Beweging en snelheid
	2	Omtrekssnelheid
Kracht	3	Kracht en krachtbron
	4	Twee krachten; parallellogram van krachten en krachtendriehoek
	5	Meer krachten; krachtenveelhoek
	6	Evenwichtmakende kracht; Herhaling
Beweging	7	Eenparig versnelde beweging; versnelling
	8	Eenparig vertraagde beweging; vertraging; zwaartekracht
Kracht	9	Twee krachten, twee aangrijpingspunten
	10	Evenwichtmakende kracht. Herhaling
Arbeid en vermogen	11	Arbeid en vermogen
	12	Mechanisch en elektrisch ekwivalent; nuttig effect
Overbrenging van beweging	13	Riemen en snaren
	14	Tandwielen
	15	Herhaling
	16	Herhaling

Het geheel is verluicht met tekeningen, die hun bedoeling populair en duidelijk weergeven. Tevens komen er mooie foto's in voor.

Een keurig boek niet alleen, maar ons inziens en goed leerboek bij de opleiding in eerste jaar van diverse leerlingstelsels.

b en c. Controle oefeningen (vragen) en antwoorden betrekking hebbende op de onder a behandelde materie.

a. Deel 1 Werktuigkunde . . . . .	f 7,50
Bij afname van 20—50 ex. . . . .	à f 6,75
51—100 ex. . . . .	, , , à f 6,35
101 en meer ex. . . . .	, , , à f 6,—
b. Controle-oefeningen Werktuigkunde . . . . .	f 1,50
c. Antwoorden bij Werktuigkunde . . . . .	f 0,75

Alles te bestellen bij bovengenoemde Uitgeverij N.V. te Groningen.

de Redactie.