



15 FEBRUARI 1969

De laatste jaren wordt in verwarmingluchtbehandelings- en andere installaties gebruik gemaakt van *regel- of besturingsapparatuur*. Afgezien van de vraag welk systeem toegepast wordt zal het duidelijk zijn dat het gaat om het *handhaven* van de van belang zijnde *grootheden* zoals, *temperatuur, druk, vochtigheid, lichtsnelheid* enz. De processen moeten zich afspelen binnen vastgestelde grenzen welke bepaald worden op grond van kwaliteitseisen en comfortoverwegingen.

Dat hierin *kosten, veiligheid, snelheid* en *nanwkeurigheid* een grote rol spelen zal duidelijk zijn.

De laatste tijd wordt ook in ons bedrijf meer aandacht besteed aan deze materie. Het gaat veelal om *behaaglijkheid* in ruimten waar veel personeel aanwezig is of om het *afvoeren* van schadelijke dampen.

Ook installaties waarmee zowel *verwarming en ventilatie* als *bevochtiging* en eventueel *koeling* of *droging* van de lucht plaats vindt gaan in ons bedrijf een rol van betekenis spelen.

In het telefoonkantoor te Hilversum staat een *Airconditioninginstallatie* welke zorgt voor een juiste temperatuur en relatieve vochtigheid in één van de telefooncentrales.

Daarentegen wordt de *koeling* in de nieuwe machinekamer van het telefoongebouw te Utrecht verzorgd door enige *seconnaires*. Deze leveren gekoelde lucht af door aanwezigheid van „*freongas*” in het apparaat terwijl een afzuigventilator zorgt voor afvoer.

Dat *regelingen of besturingen* van deze installaties kostbare apparatuur vergt zal duidelijk zijn terwijl het onderhoud aan deze installaties door deskundig personeel dient te geschieden.

We zien dus dat de *techniek* voor deze materie reeds een vrij groot gebied beslaat.

Wanneer we nu bedenken dat in vele industrieën in ons land en daarbuiten gebruik gemaakt wordt van *regel- en besturingsapparatuur* is het vanzelfsprekend dat dan aan deze materie *aandacht* moet worden geschonken.

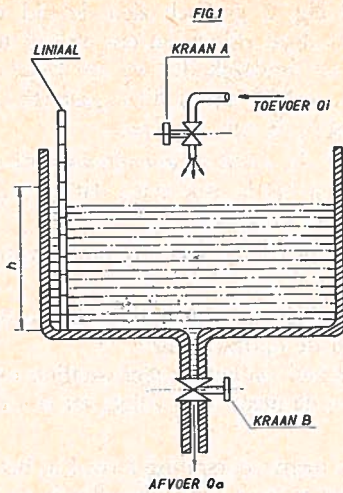
Wanneer we nu terugkeren tot de beginperiode, dan weten we dat de oudste vorm van *regelen of besturen* de „*handbediening*” is.

In het dagelijks leven is het een normale zaak dat wanneer de temperatuur in een kamer daalt en voor verwarming van deze ruimte een kolenkachel wordt gebruikt, de *heer des huizes*, of „*mevrouw*”, deze eens flink oppookt en eventueel voorziet van nieuwe brandstof.

Ons lichaam waarschuwt dat we moeten *ingrijpen* omdat anders een *onbehaaglijk* gevoel ontstaat.

We mogen hieruit concluderen dat ingegrepen wordt wanneer er regeltechnisch iets mis loopt.

Indien in een proces een *constante* lichtsnelheid of vochtigheid moet worden



gehandhaafd, grijpt de *bedieningsambtenaar* in en verricht de noodzakelijke handelingen.

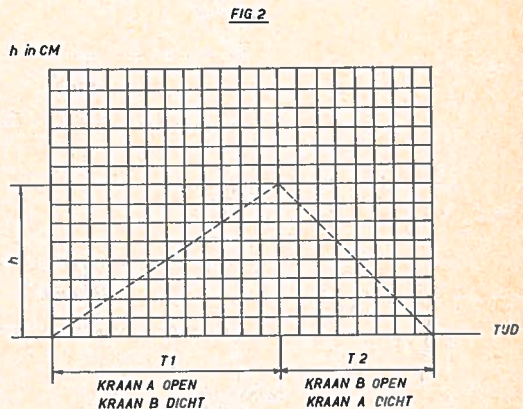
Hij stelt dan diverse kranen en afsluiters in overeenkomstig visuele waarnemingen.

Uit deze voorbeelden zien we, dat eerst moet worden *gemeten* alvorens regeltechnisch *ingegrepen* wordt.

Wanneer we het bakje, getekend volgens fig. 1, met water willen vullen tot de hoogte h , zullen we de kraan A moeten openen totdat het water dit niveau bereikt heeft. De hoogte van deze hoeveelheid kan worden afgelezen op een lineaal welke in de bak geplaatst is.

Regeltechnisch gezien kunnen we uit dit voorbeeld de volgende conclusie trekken:

- 1e bakje leeg = meten
- 2e kraan A open = meten
- 3e bakje gevuld = ingrijpen
- 4e kraan A dicht = ingrijpen



Ter verduidelijking laat fig. 2 grafisch zien de tijd welke nodig is om het water tot het niveau h te doen stijgen en om de bak te laten leeglopen.

Uit het voorbeeld zien we duidelijk dat we een *regel-orgaan* moeten bezitten om te kunnen ingrijpen, terwijl tussen dit *orgaan* en de *meter*, de uitvoerder van de opdracht aanwezig is, de *zgn. regelbaar*.

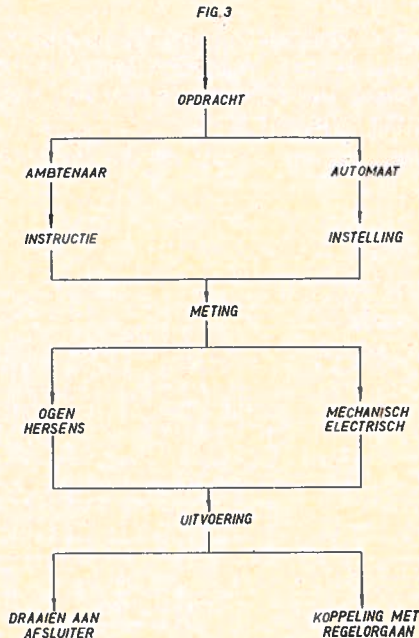
Laatstgenoemde kan zijn de *bedieningsambtenaar* of het automatisch *regel-apparaat*. Onverschillig wat het is, vast staat, dat *automatisch regelen* in wezen hetzelfde is als *regelen met de hand*.

Beide zijn in staat tot het uitvoeren van een van te voren vaststaande duidelijk omlinjnde opdracht.

Ze vervullen dezelfde functie, te weten, kennen de opdracht, nemen kennis van de meting en voeren de opdracht uit.

Uit het feit, dat de mens kan denken in tegenstelling tot de automaat en laatstgenoemde instelbaar is en de mens niet, volgt, dat er wel enige belangrijke verschillen zijn.

In het ene geval heeft de mens voorsprong terwijl in het andere geval de balans doorslaat naar de *regelapparatuur*. Ondanks alles heeft de automaat veel voor. Hij kan gemaakt worden in allerlei vormen en afmetingen; snel, langzaam, nauwkeurig, sterk, elektrisch, mechanisch enz.



Figuur 3 laat schematisch een vergelijking zien tussen een bedieningsambtenaar en automaat wat de handelingen van uitvoering betreft.

Uit het opschrift van dit artikel is duidelijk dat een onderscheid gemaakt wordt tussen een *regeling* en *besturing*.

Wat het eerste betreft vormen de signalen welke door de verschillende delen van de installatie gegeven worden, een gesloten kringloop.

In tegenstelling tot een *regelkring*, vormen bij een *stuurkring*, de signalen van de verschillende delen van de installatie geen gesloten kringloop.

Alvorens nu dieper op deze materie in te gaan dienen we te weten over welke delen het gaat.

Onderstaand overzicht laat zien welke delen nodig zijn bij een *regel-* en *besturingskring*.

<i>regelkring:</i>	<i>stuurkring:</i>
het proces	het stuurorgaan
het meetorgaan	de regelaar
de regelaar	het gestuurde orgaan
het corrigerend orgaan	

Regelkring

Wat het proces betreft, gaat het om vastgestelde waarden te handhaven op verschillend gebied.

Afhankelijk van het proces is een bepaald meetorgaan nodig.

Dit kan zijn, een thermostaat, niveauschakelaar, humidostaat, enz.

Wordt een verschil geconstateerd tussen de gemeten en gewenste waarde, dan dient het meetorgaan een signaal te geven.

De *regelaar* zorgt voor overbrenging van dit signaal naar het *corrigerend* orgaan. Dit apparaat moet er voor zorgen, dat indien een afwijking geconstateerd wordt, een correctie tot stand komt.

De aandrijving van het corrigerend orgaan geschiedt in het algemeen door een elektromotor voorzien van een overbreng-mechanisme. Het zijn veelal wisselstroommotoren. De omkering wordt verkregen door één van de twee wikkelingen via een condensator te voeden waardoor verschil in fase ontstaat tussen beide wikkelingen.

Figuur 4 laat een blokschema zien waarbij de *afsluiter* (corrigerend orgaan) wordt bestuurd door de *thermostaat*.

De aandrijving is voorzien van eindcontacten voor de twee uiterste standen om de elektrische stroomkring naar de wikkelingen van de elektromotor te kunnen onderbreken. Ook zijn corrigerende organen leverbaar waar behalve de twee eindstanden, ook een *willekeurige tussenstand* kan worden ingenomen.

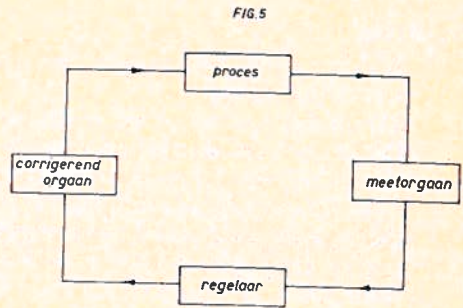
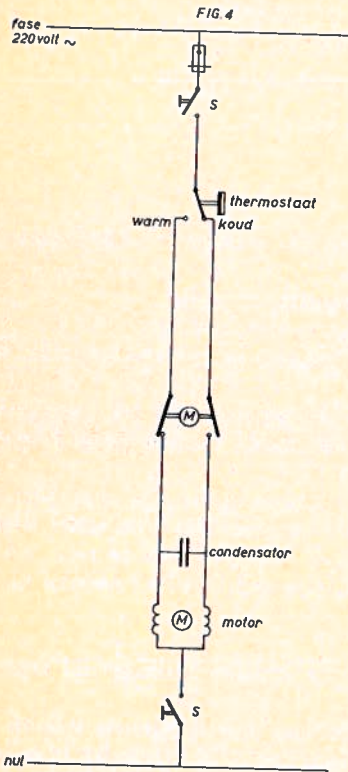
Een bijzonder type is die met *veerterugstelling* welke toegepast wordt bij automatisch, bediende luchtkleppen in ventilatiekanalen. Wanneer de spanning weg valt wordt door een veer de klep van deze afsluiter naar de gesloten eindstand gedirigeerd. Dit betekent dus dat geen bediening plaats vindt en bij

uitbreken van brand de ventilatie-kanalen worden gesloten.

Een regelkring kan met behulp van een *blokschema* schematisch worden voorgesteld. De bedoeling is om snel een overzicht te krijgen welke apparaten aan dit spel deelnemen en welke apparaten een signaal geven aan een ander apparaat of een impuls ontvangen.

Fig. 5 laat een regelkring zien waarbij de delen door rechthoeken voorgesteld worden.

Deze stellen voor: *meetorgaan*, *regelaar*, *corrigerend orgaan* en *proces*.



In dit blokschema wordt door lijnen en pijlen aangegeven welk deel van de regelkring een signaal geeft aan of ontvangt van een ander deel.

We zien dat in dit gesloten systeem de waarde van de te regelen *grootheid* (proces) wordt gemeten en vergeleken, met de gewenste waarde. Wordt een verschil geconstateerd dan geeft het *meetorgaan* een signaal aan de *regelaar*. Dat niet steeds dezelfde meetorganen kunnen worden toegepast zal ieder duidelijk zijn.

Het hangt af van de *proces grootheden*.

De *regelaar* geeft op zijn beurt het signaal door aan het *corrigerend orgaan* waarna tenslotte de installatie gewaarschuwd wordt dat een correctie nodig is. We zien dus dat regelen niets anders is dan het vergelijken van de ingestelde waarde met de gewenste waarde op ieder moment en het corrigeren van het geconstateerde verschil. Het spreekt voor zich zelf dat van te voren de te regelen *grootheid* op een bepaalde waarde moet worden ingesteld om de gewenste waarde te krijgen.

Uit het artikel over „thermostaten” weten we dat het meetorgaan opgebouwd is uit de *voeler*, een *overbreng-mechanisme* en een *inrichting* om het signaal door te geven. (Zie blz. 80 en 244, jrg. '65.)

Wanneer de regelkring bestemd is om de temperatuur op een constante waarde te houden is een ander meetorgaan nodig dan voor het handhaven van de relatieve vochtigheid of het drukniveau. Met andere woorden gesproken, het *meetorgaan* moet zijn aangepast aan het proces.

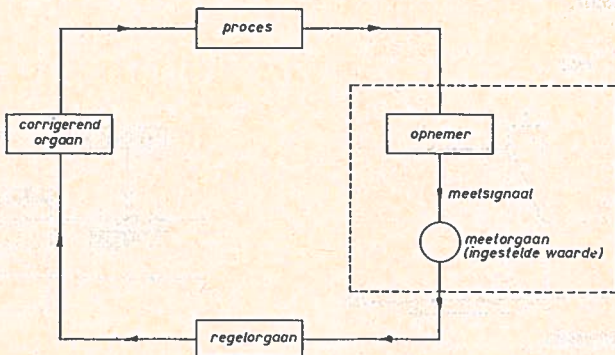
Ter verduidelijking is fig. 6 getekend.

Indien er geen invloeden op de regelkring inwerken zal deze in rust zijn. Men noemt dit de *evenwichtstoestand*. Iedere invloed, welke een afwijking veroorzaakt in deze situatie noemen we een *stoorgrootheid*.

Het directe gevolg is een *storing*.

Van betekenis is ook, dat alle gebeuren tijd kost. Oneindig snel kost toch nog tijd. We zouden volgens de grondbeginselen van Newton, een Engelse wiskundige, kunnen stellen dat ieder verschijnsel gepaard gaat met traagheid. Ook het schakelen van het *meetorgaan* levert traagheid op om nog maar niet te spreken van de weerstand welke bijv. water ondervindt in leidingen.

FIG. 6



Het gaat in principe om het gebeuren ten opzichte van de benodigde tijd. Dit gebeuren kan een rustig verloop hebben en zich voltrekken in een aantal minuten, terwijl het ook mogelijk is dat het gebeuren zich afspeelt in enkele seconden.

De gevolgen van een optredende storing als functie van de tijd, noemt men een *reponitie*.

Figuur 7 laat een repontie-kromme zien van een storing in het water van een warmte-wisselaar nadat het corrigerend orgaan water met een temperatuur van 90 °C toevoegt.

De grootte van de storing wordt bepaald door de steilheid van de kromme. Dat de capacatieve vertraging hierin de boosdoener is zal duidelijk zijn indien we er rekening mee houden, dat het water ook de buizen in de warmtewisselaar moet opwarmen.

We zien dus dat een *reponitie-kromme* van een proces karakteristiek is voor het *dynamisch gedrag* van het proces.

Wanneer we nu het gehele spel samenvatten dan is duidelijk dat een direct ingrijpen niet mogelijk is dankzij *capacatieve* wachttijden.

Ook bestaat de kans dat „transportvertraging” optreedt.

Dit is de tijd die nodig is om het water met een temperatuur van 90 °C naar de warmtewisselaar te doen stromen.

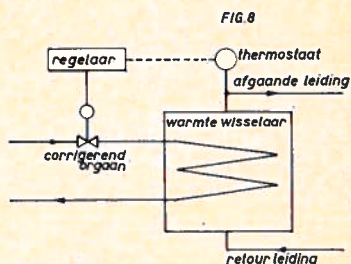
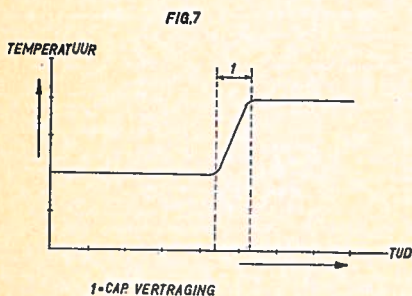
We hebben hier dus te maken met een regeling waarbij grote temperatuurschommelingen zullen optreden in het water, dat door de afgaande leiding stroomt.

Fig. 8 laat het proces-schema zien.

Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat het geen eenvoudige zaak is om een regeling te ontwerpen waarbij het handelen kan worden overgelaten aan machines en instrumenten.

In dit verband is het dan ook belangrijk de vraag te stellen, hoe moet worden geregeld om deze temperatuurschommelingen te ondervangen. Een belangrijke verbetering is toepassing van een corrigerend orgaan hetwelk tussenstanden kan innemen.

Het is namelijk niet altijd nodig dat men dit orgaan geheel open of helemaal dicht draait.



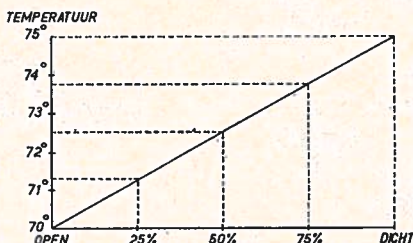
Van groot belang is hierbij het antwoord op de vraag, of de kosten verantwoord zijn en in overeenstemming met het bereikte resultaat. Dat de keuze van een dergelijk regelsysteem van meerdere factoren afhankelijk is, zal duidelijk zijn. Indien we een regeling willen hebben waarbij belastingvariaties sneller worden gecorrigeerd, dus een rustiger bedrijf plaats vindt, dan is toepassing van een corrigerend orgaan met tussenstanders noodzakelijk.

Men noemt deze regeling „*proportioneel*”.

Hierbij is de stand van het corrigerend orgaan evenredig met de gemeten afwijking door het meetorgaan.

Figuur 9 laat grafisch zien de afsluitstand van dit corrigerend orgaan als functie van de watertemperatuur.

FIG. 9



Uit deze grafiek blijkt dat de afsluiter voor 50 % geopend is wanneer de temperatuur van het water 72,5 °C bedraagt.

Er dient een temperatuurverschil van 5 °C op te treden om de afsluiter van volledig open naar geheel gesloten te brengen.

Men noemt dit het *proportionaliteitsgebied*.

Loopt de temperatuur van het water hoger op dan 75 °C of zakt deze onder de 70 °C dan valt er niets meer te regelen.

In het corrigerend orgaan is een inrichting aanwezig welke aan de *regelaar* een signaal geeft, dat de verstelling van het corrigerend orgaan juist is. Men noemt dit *terugkoppelen*. De *regelaar* moet in staat zijn het signaal te kunnen meten afkomstig van het *meetorgaan* om hierna een impuls te kunnen geven aan het *corrigerend-orgaan*.

We zien dus dat het een samenspel is tussen deze apparaten en waarbij de één aan de ander kan seinen „*correctie toepassen*”, om vervolgens zelf een signaal te geven dat het werk *uitgevoerd* is.

Bij dit regelsysteem is het van groot belang, dat een juist *proportionaliteitsgebied* ingesteld wordt.

Wanneer dit gebied te klein is kan het zgn. pendelen ontstaan. Dit betekent dat de afsluiter een signaal ontvangt „*dicht*” en na enkele seconden een signaal „*open*” enz.

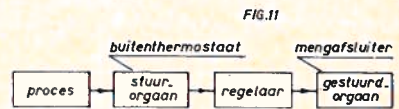
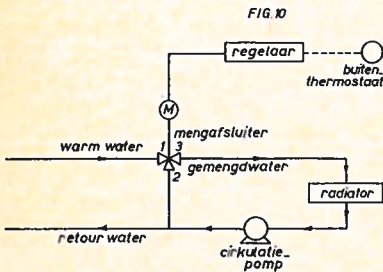
Bij een te groot proportionaliteitsgebied kunnen er ontoelaatbare schommelingen optreden. Er zijn regelsystemen welke nog beter eventuele temperatuurschommelingen opvangen.

We denken hierbij aan *integrerende*, *zwevende* en *differentiërende* regelingen. Het zou te ver voeren om in dit artikel hierop dieper in te gaan. We zullen ons dan nu bepalen tot besturingen.

Ten onrechte worden sommige installaties in de verwarming- en ventilatie-techniek aangezien voor regelingen terwijl het besturingssystemen zijn.

We weten nu, dat bij een *stuurkring*, de signalen van de verschillende delen geen gesloten kring vormen.

Om dit te verduidelijken is in fig. 10 een verwarmingsgroep getekend waarvan de watertemperatuur geregeld wordt op basis van de buitentemperatuur, terwijl fig. 11 het blokschema laat zien.



In figuur 10 is een mengafsluiter getekend welke is voorzien van *drie* aansluitingen. De besturing vindt plaats door een één- of driefasen elektromotor. Het warme water wordt in deze *mengafsluiter* gemengd met het retourwater uit de installatie tot de gewenste temperatuur.

Wanneer de *meetvoeler* van de *buiten-thermostaat* een te lage temperatuur constateert zal deze via de *regelaar* de mengafsluiter het open-commando geven. Door deze besturing wordt aansluiting 1 meer geopend en aansluiting 2 meer gesloten. Hierdoor stijgt de temperatuur van het water dat door de installatie vloeit (radiator) doordat een grotere hoeveelheid warmwater gemengd wordt met een kleinere hoeveelheid retourwater.

Indien nu de temperatuur buiten oploopt zal de *mengafsluiter* zorgen dat aansluiting 1 meer gesloten wordt dus minder water toevoeren, en aansluiting 2 meer geopend.

Hierdoor zal de temperatuur van het gemengde water dalen en wordt door de radiator minder warmte afgestaan.

Uit het blokschema voorgesteld door fig. 11 komt duidelijk tot uiting dat een signaal gegeven door het *stuurorgaan*, in dit geval de *buitenthermostaat*, de *mengafsluiter* stuurt waardoor het proces een wijziging in temperatuur ondergaat.

Een signaal van het *gestuurde-orgaan* via het *proces* aan het *stuurorgaan* (buitenthermostaat) is niet mogelijk.

We hebben dus geen gesloten kringloop en te maken met een *besturings-systeem*.

1. Inleiding

In de schakeltechniek is het woord *rekenmachine* een kenmerkend voorbeeld. Hoewel deze benaming algemeen is, wordt een rekenmachine reeds voor vele toepassingen ingezet.

Een praktisch voorbeeld vinden we bij de scheepvaart.

Indien een zeeschip een haven wil aandoen, dan kunnen met behulp van radar en een *rekenmachine* de nodige gegevens worden verzameld, nog voordat er via de radio contact is gemaakt.

De radarinstallatie zal gedurende enige tijd de gegevens over *positie* en *afstand* kunnen bepalen.

De rekenmachine zal hieruit de *snelheid* en *koers* van het schip kunnen bepalen. Een correctie kan de machine eveneens verwerken, indien uitwendige oorzaken een rol zullen gaan spelen op de koers van het schip. Deze oorzaken kunnen zijn: wind, watergetij, stromingen door zandbanken en dergelijke.

De loodsboot kan hierdoor naar een bepaald punt worden gedirigeerd, zodat beide boten elkaar daar ontmoeten. In duisternis en mist kan deze werkwijze voordelig werken. De rekenmachine moet hiertoe een grote hoeveelheid rekenwerk verzetten en heel vaak continu.

Dit rekenwerk kan op verschillende manieren geschieden.

Analoge rekenwijze

De gegevens genoemd in het praktische voorbeeld kunnen worden vervangen door overeenkomstige gemakkelijk te hanteren grootheden, *analogons* genoemd.

Voorbeeld van een analogon is te vinden bij de auto, waarvan de wijzerstand van de snelheidsmeter de snelheid van de auto aangeeft. Een ander voorbeeld is de rekenliniaal, waarbij een lijnstuk een analogon is voor de logaritme van een getal.

Voor de tweede wereldoorlog maakte men gebruik van een *mechanisch analoog-systeem*. De afstand werd door een asverdraaiing voorgesteld, terwijl de snelheid werd weergegeven door het verschuiven van een rekenliniaal.

Tijdens de tweede wereldoorlog maakte men bovendien gebruik van een *elektrisch analoogsysteem*. Hierbij wordt uitgegaan van gelijkspanning, of amplituden van een wisselspanning, welke op hun beurt worden afgeleid van systeemverdraaiingen, potentiometers en dergelijke.

Na de tweede wereldoorlog kwam het *elektronisch analoogsysteem* steeds meer in trek. Voor het opwekken van gelijkspanningen en wisselspanningen als analogons worden functiegeneratoren gebruikt.

Digitale rekenwijze

Behalve de analoge rekenwijze worden bij het oplossen van wiskundige problemen rekenmachines toegepast, welke werken volgens het *numerieke of digitale principe*.

De analogons uit het hiervoor behandelde zijn hier vervangen door getallen. Al heel vroeg leerde men tellen zonder hulpmiddelen. Aangenomen mag worden, dat men begon te tellen met de vingers. Helaas kon dit alleen tot en met tien. Het meest bekende hulpmiddel bij tellen is een *abacus*. Hierbij worden steentjes gebruikt, die achtereenvolgens in een gleuf worden gelegd. Een andere gleuf gaf een andere eenheidswaarde aan, bijv. de tientallen. Door weg te nemen of bij te leggen konden eenvoudige berekeningen worden gemaakt, zoals optellen en aftrekken.

Een volgende stap in deze ontwikkeling leverde het telraam op, doordat de steentjes werden doorboord en aan een draad geregen. De telramen zijn in aziatische landen nog steeds in gebruik. Het gebruik echter hangt af van de snelheid, de juistheid en de bekwaamheid van de gebruiker, in dit geval de mens.

In de zeventiende eeuw werden de eerste mechanische digitale rekensystemen ontworpen door Pascal en Leibnitz.

Het ontwerp van Pascal wordt nu zeer veel toegepast, denk aan de gesprekkenteller in de telefooncentrale. Elk tandwiel heeft aan de omtrek de cijfers nul tot en met negen. Na een gehele omwenteling van één tandwiel zal een ander tandwiel met cijfers, één cijfer doordraaien, enz.

Rond 1830 werd in de uitvoering van de digitale rekenmachine een belangrijke stap voorwaarts gedaan. Babbage ontwierp de eerste *automatische mechanische digitale rekenmachine*, waarvan de principes nu nog steeds worden gebruikt.

De machine kon binnen één seconde, met behulp van decimale telwielen, het verschil of de som van twee getallen bepalen. Zelfs delen en vermenigvuldigen was mogelijk.

Het aflezen van de tellers kon echter pas na een draai aan een zwengel geschieden. Een groot nadeel was, het steeds te moeten stoppen van de machine om nieuwe getallen op te nemen. Babbage zag in, dat het invoeren van de getallen moest worden versneld. Hij ontwierp daartoe een systeem met ponskaarten. De benodigde gegevens werden in de ponskaarten vastgelegd. Op het juiste moment werden deze kaarten dan toegevoerd aan een aftastmachine, die de gegevens doorgaf aan de rekenmachine. Door middel van een hefbovenstelsel werden de nodige bewerkingen uitgevoerd.

De machine is aldus uit drie delen opgebouwd, de „store” ofwel *opslag*, de „control” ofwel *besturing* en de „mil” ofwel *rekenorgaan*, zie fig. 1.

Gelijk met het zichtbaar worden van de uitkomsten kreeg de besturing de opdracht nieuwe getallen uit te lezen.

Nog was Babbage niet tevreden; hij wilde dat de instructies voor het verrichten van bewerkingen vlugger aan de machine werden kenbaar gemaakt. Deze

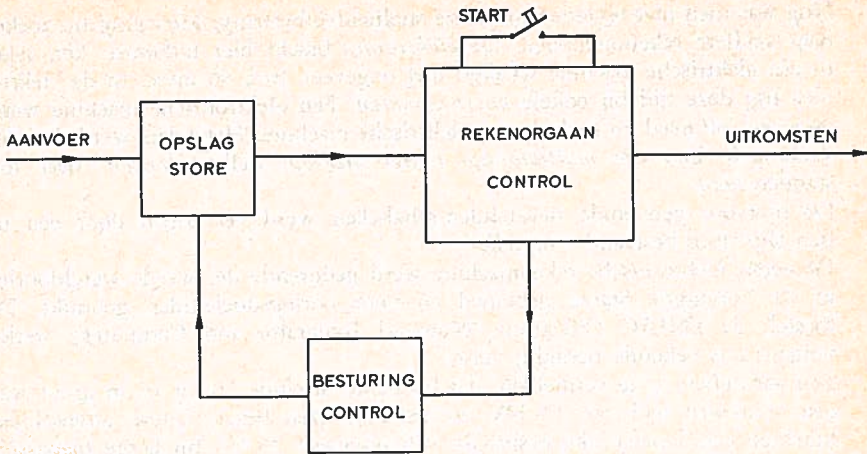


FIG.1

instructies werden daartoe in een tweede *ponskaart* vastgelegd, die ook door de aftastmachine werd ingesteld. Babbage noemde deze twee typen ponskaarten de „data store” of het *geheugen* en de „instruction store” of het *programma*. Met deze toepassing werd de rekensnelheid aanzienlijk vergroot, doch lang niet snel genoeg voor hedendaagse begrippen. Door de zwengel en verdere onmogelijke onderdelen werd deze machine, mede door de gebreken, de *dwaasheid van Babbage* genoemd. (Babbage's Folly).

Burroughs ontwikkelde in 1885 een meer betrouwbare mechanische rekenmachine en op een geheel ander principe als Babbage. Na enkele wijzigingen kon deze, behalve optellen ook aftrekken.

De gebruiker had naast de bediening ook te fungeren als geheugen en programma. Naast een toetsenbord was er een hefboom voor het uitvoeren van de berekeningen.

Tijdens de eerste wereldoorlog kwam het vermenigvuldigen en het delen erbij, wat in feite optellen en aftrekken was.

Een verdere ontwikkeling bracht weer een verandering aan het systeem. De hefbomen werden door elektromotoren bediend, waarmee de elektrotechniek zich met de machine ging bemoeien. De nummerschijven werden door een papierstrook vervangen, zodat het aflezen op een later tijdstip kon geschieden. De machine kon dan blijven doorwerken, waardoor alles weer sneller ging.

De wachttijd voor het invoeren werd nu weer te lang, doordat de reekentijd werd bekort en het aflezen uitgesteld. Men ging dus weer aan ponskaarten volgens het systeem van Babbage denken. Hieruit ontstonden aldus de eerste *elektrische digitale rekenmachines*.

In de elektrische rekenmachines gingen de relais en andere elektrotechnische onderdelen de taak van as, hefboom en tandwiel overnemen. Een kiezer ofwel *tien-afstanden-schakelaar* nam de impulsen van het relais op.

Nog was men niet tevreden met deze snelheidsverbetering. Men ging nu zoeken naar snellere rekenmethoden. De *elektronica* bracht hier uitkomst. Een relais in een elektrische machine schakelt met ongeveer 20 à 40 msec. In de elektronica ligt deze tijd bij enkele *microseconden*. Een elektronische machine werkt ongeveer 60 maal zo snel als een elektrische machine. Het relais werd dan ook vervangen door een *multivibrator* ofwel *flipflop*, welke *eveneens* twee toestanden kent.

De hiervoor genoemde tienstanden-schakelaar werd vervangen door een uit tien flip-flops bestaande *ringteller*.

De eerste elektronische rekenmachine werd gedurende de tweede wereldoorlog in de Verenigde Staten gebouwd en voor oorlogsdoeleinden gebruikt. Dit toestel, de ENIAC (Electronic Numeral Integrator and Computer) werkte volgens ons bekende tientalligstelsel.

Een aardigheid is te vermelden, dat bedoelde machine 10 bij 16 m groot was, een vermogen had van 15 kW en 18000 buizen bezat. Latere uitvoeringen brachten een aanzienlijke besparing van ongeveer 75 %. Bij latere toepassing van halfgeleiders was deze besparing nog groter.

De ponskaarten werden vervangen door geheugens die sneller werken, de zgn. *ferrietgeheugens*.

De werking van een digitale elektronische rekenmachine wordt in figuur 2 weergegeven.

Rekenorgaan

Hier vinden de elementaire bewerkingen plaats, zoals vermenigvuldigen, delen, optellen en aftrekken.

Veelal moet een probleem in achtereenvolgende bewerkingen worden opgelost. De tussenoplossingen moeten worden onthouden.

Geheugen

Het geheugen houdt de tussenoplossingen vast.

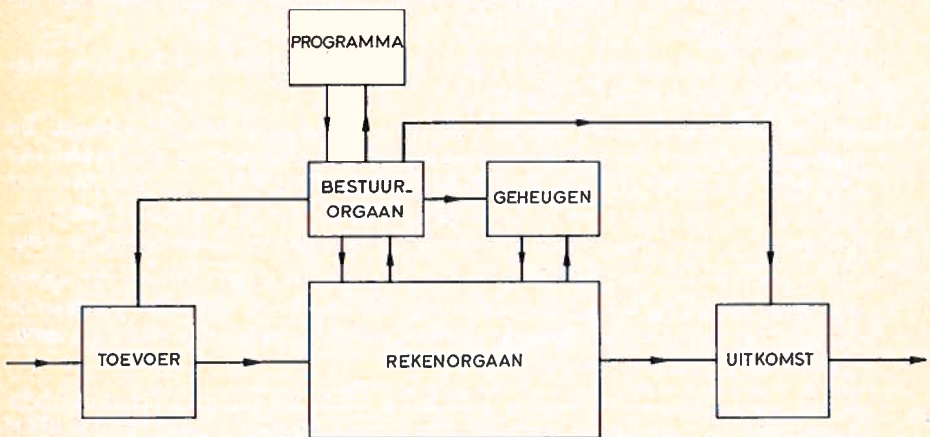


FIG. 2

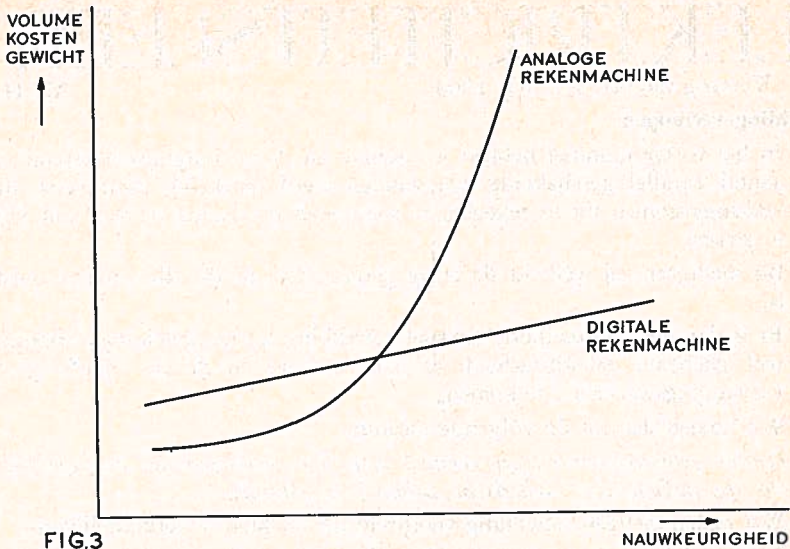


FIG.3

Rekenorgaan

Het rekenorgaan kan pas werken na een ontvangen opdracht:

- a. om bepaalde getallen uit het geheugen te halen;
- b. om te weten welke bewerkingen moeten geschieden;
- c. om vast te stellen waar het resultaat in het geheugen moet worden opgeborgen.

Programma

Bedoelde opdrachten dienen te voren in het programma te zijn vastgelegd.

Bestuurorgaan

Het bestuurorgaan regelt het voorgaande en levert de impuls aan die organen, die op dat moment moeten werken c.q. worden ingesteld.

Van de praktische uitvoering is ook nog iets te zeggen.

Een rekenmachine, waaraan geen al te zware eisen worden gesteld, zoals nauwkeurigheid en dergelijke, moet volgens het analoge principe worden gekozen. Een analoge rekenmachine met een niet al te beste nauwkeurigheid is echter klein.

Worden zwaardere eisen gesteld aan de nauwkeurigheid, dan verdient het aanbeveling digitale apparatuur te kiezen. Het volume, de kosten en het gewicht nemen toe met de nauwkeurigheid, zie figuur 3. Een digitale rekenmachine met een slechte nauwkeurigheid kost relatief niet veel minder. Voorts hangt de keuze mede af van het probleem dat moet worden opgelost; denk bijv. aan de geheugencapaciteit.

(wordt vervolgd)

ELEKTRICITEITSLEER V

(Vervolg van blz. 372, jrg. 1968)

W. H. IJDO

11 - 69

Geleidingsvermogen

In het vorige nummer hebben we gezien dat de vervangingsweerstand van een aantal parallel geschakelde weerstanden werd berekend, door eerst alle vertakingsstromen uit te rekenen, te sommeren en daarna de wet van Ohm toe te passen.

Bij menigeen zal wellicht de vraag gerezen zijn of dit alles niet te omslachtig is.

Er is dan ook een methode om met betrekking tot het geleidingsvermogen, ook wel genoemd geleidbaarheid, tot een snellere en directe oplossing van de vervangingsweerstand te komen.

We komen dan tot de volgende definitie:

Onder geleidingsvermogen verstaat men het vermogen dat een geleider bezit om de elektriciteit (elektrische stroom) te geleiden.

Wij zullen met een eenvoudig voorbeeld dit trachten te verduidelijken.

Figuur 1 laat een waterpomp zien die door een buis met een geringe doorsnede een waterstroom stuwt.

Van deze buis is de weerstand die aan de doorgang van het water geboden wordt vrij groot.

Om zich hiervan een beter denkbeeld te vormen zou men a.h.w. de watermoleculen die per seconde een bepaald punt passeren kunnen tellen.

Hoe geringer het aantal passerende waterdeeltjes zal zijn, des te groter de weerstand en des te kleiner het geleidingsvermogen van de waterbuis zal zijn.

Vervangen we de nauwe buis van *figuur 1* door een wijdere (streepstip aangegeven) dan zal de stroomdoorgang veel groter worden.

Deze buis van grotere doorsnede biedt, zoals we al wisten, aan de waterstroom een geringere weerstand, m.a.w. het geleidingsvermogen van deze buis is groter dan van de nauwe buis.

Uit deze voorbeelden is af te leiden dat, wanneer de weerstand voor de stroom groot is, het geleidingsvermogen juist klein en omgekeerd wanneer de weerstand voor de stroom klein is het geleidingsvermogen juist groot zal zijn.

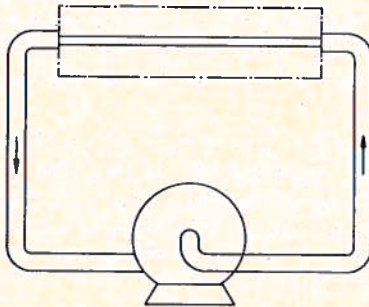


FIG. 1

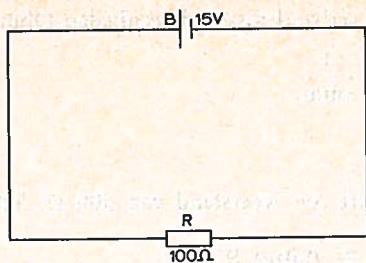


FIG. 2

We noemen dit verband tussen weerstand en geleidingsvermogen *omgekeerd evenredig*.

Bij het bespreken van de wet van Ohm zijn we het begrip *evenredig* reeds tegengekomen.

Figuur 2 laat ons dit nog een maal zien.

Wordt de batterij vervangen door een spanningsbron met een bijv. 3 x grotere spanning, dan zal de stroom ook 3 x groter worden.

In ons voorbeeld was $I = \frac{15}{100} = 0,15$ A en wordt

$I = \frac{45}{100} = 0,45$ A, m.a.w. wordt de spanning verhoogd van 15 naar 45 volt, dan zal ook de stroom 3 x groter worden, nl. van 0,15 naar 0,45 A. We zien dus de stroom evenredig oplopen met het groter worden van de spanning. Zou in *figuur 2* de spanning 3 x verkleind worden dan zal de stroom een

grootte aannemen van $\frac{5}{100} = 0,05$ A, dus ook 3 x kleiner worden.

We zijn zo ongemerkt van ons watervoorbeeld in elektrische schakelingen beland en zien zoals altijd daar een sterke overeenkomst tussen.

In de elektriciteitsleer willen wij altijd graag de gevonden eigenschappen van de elektrische stroom vastleggen in een eenvoudige formule.

We zagen dit reeds bij de wet van Ohm (blz. 145, jrg. 1968) en bij het bepalen van de weerstand van een geleider (blz. 120, jrg. 1968).

Ook hier is het begrip weerstand en geleidbaarheid samengevat in de formule:

$$G = \frac{1}{R} \text{ siemens.}$$

Men drukt dus de geleidbaarheid uit in een nieuwe eenheid, nl. *siemens* (zie ook blz. 120, jrg. 1968).

Een weerstand van 10Ω heeft dus een geleidingsvermogen, of geleidbaarheid van $\frac{1}{10}$ siemens, terwijl een weerstand van $0,1 \Omega$ juist een geleidingsvermogen heeft van 10 siemens.

We zien nu dat het verband tussen de eenheden Ohm en Siemens is:

$$1 \text{ siemens (S)} = \frac{1}{\text{ohm.}}$$

Voorbeeld

Een koperdraad heeft een weerstand van 500Ω , het geleidingsvermogen van deze draad is $\frac{1}{500} = 0,002 \text{ S}$.

We gaan nu eens zien of het begrip geleidbaarheid ons tot een snellere oplossing van parallelschakelingen brengt.

Figuur 3 toont twee weerstanden van 10 en $2,5 \Omega$ die parallel zijn geschakeld op een batterij van 12 volt.

Het geleidingsvermogen van R_1 is $G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ S}$.

Het geleidingsvermogen van R_2 is $G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ S}$.

Het totale geleidingsvermogen van deze schakeling is dan: $G_t = G_1 + G_2 = 0,1 + 0,4 = 0,5 \text{ S}$.

Daar we al eerder hebben gezien dat de weerstand omgekeerd evenredig is met het geleidingsvermogen, zal $0,5 \text{ S}$ gelijk zijn aan $\frac{10}{5} = 2 \Omega$.

De vervangingsweerstand van deze schakeling is dus 2Ω .

De stroom laat zich berekenen met: $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{2} = 6 \text{ A}$.

Om ons beter met deze begrippen vertrouwd te maken behandelen we nog een paar voorbeelden.

Voorbeeld 1.

Vier weerstanden van 100 , 200 , 250 en 1000Ω zijn parallel aangesloten op een batterij met een spanning van 60 volt.

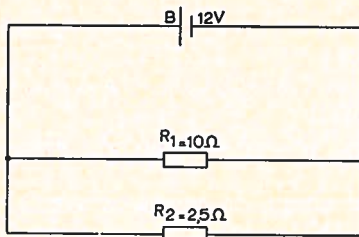


FIG. 3

Gevraagd de stroom te berekenen die deze batterij af moet geven.

Antwoord 1. Het geleidingsvermogen van deze weerstand is:

$$\frac{1}{100}, \frac{1}{200}, \frac{1}{250} \text{ en } \frac{1}{1000} \text{ S.}$$

De somming is op twee manieren uit te voeren:

1e methode.

Men brengt de breuken door het zoeken van het K.G.V. onder één noemer, dus

$$\frac{10}{1000} + \frac{5}{1000} + \frac{4}{1000} + \frac{1}{1000} = \frac{20}{1000} \text{ S.} \quad R_v = \frac{1000}{20} = 50 \Omega.$$

$$I = \frac{60}{50} = 1,2 \text{ A.}$$

2e methode.

Men zet de breuken om in tiendelige breuken:

$$0,01 + 0,005 + 0,004 + 0,001 = 0,02 \text{ S.}$$

$$R_v = \frac{1}{0,02} = 50 \Omega.$$

Voorbeeld 2.

Figuur 4 geeft de schakeling.

Evenals in voorbeeld 1 wordt de stroom gevraagd die de batterij aan deze schakeling geeft.

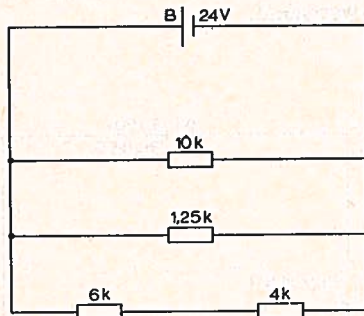


FIG. 4

Antwoord 2.

Opm. De waarde van grote weerstanden wordt dikwijls in kilo-ohms uitgedrukt, bijv. $2000 \Omega = 2 \text{ k}\Omega$.

$1 \text{ k}\Omega$ is dus 1000Ω . In het schema van figuur 4 zien we in de onderste tak een totale weerstand van $10 \text{ k}\Omega$.

Het geleidingsvermogen van de drie parallel geschakelde weerstanden is:

$$\frac{1}{10.000} + \frac{1}{1250} + \frac{1}{10.000} = \frac{1 + 8 + 1}{10.000} = \frac{10}{10.000} = \frac{1}{1000} \text{ S.}$$

$$R_v = \frac{1}{S} = 1000 \ \Omega.$$

De gevraagde stroom is: $I = \frac{U}{R} = \frac{24}{1000} = 0,024 \text{ A} = 24 \text{ mA.}$

Voorbeeld 3.

Vijf weerstanden van ieder $100 \ \Omega$ staan met elkaar parallel geschakeld en aangesloten op een batterij van 6 volt.

Gevraagd wordt de stroom die de batterij moet leveren.

Antwoord 3.

Het totale geleidingsvermogen is:

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{5}{100} \text{ S.}$$

$$R_v = \frac{1}{S} = \frac{100}{5} = 20 \ \Omega, \quad I = \frac{6}{20} = 0,3 \text{ A.}$$

We zien uit dit laatste voorbeeld dat de vervangingsweerstand gelijk is aan het vijfde deel van één weerstand.

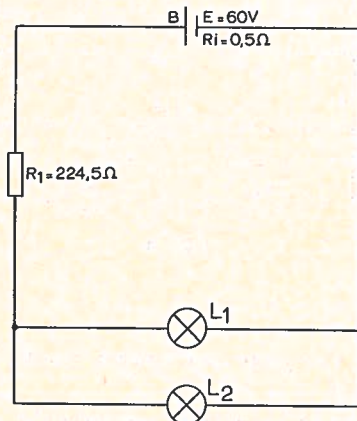


FIG. 5

We mogen nu de volgende regel opstellen:

Schakelen we een willekeurig aantal (bijv. n.) gelijke weerstanden parallel, dan is de vervangingsweerstand $\frac{1}{n} \times$ de waarde van een weerstand.

In een formule samengevat: $R_v = \frac{R}{n}$

Voor het geval er twee weerstanden parallel zijn geschakeld (bijv. fig. 3), dan is de vervangingsweerstand te vinden door eerst de geleidingsvermogens van de beide weerstanden te sommeren:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Brengen we nu beide termen van het tweede lid onder de noemer $R_1 \times R_2$ dan krijgen we:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{R_2}{R_1 \cdot R_2} + \frac{R_1}{R_1 \cdot R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

De vervangingsweerstand is dus:

$$R_v = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Opmerking: Voor het \times -teken mogen we ook een \cdot (punt) gebruiken.

Hieruit volgt:

De vervangingsweerstand van twee parallel geschakelde weerstanden is gelijk aan het produkt van deze weerstanden gedeeld door de som van beide weerstanden.

Gemengde schakelingen.

Tot nu toe bekeken we schakelingen, waarbij de weerstanden in serie of parallel geschakeld werden.

In praktische schakelingen zijn deze beide mogelijkheden echter niet steeds gescheiden maar komen ook gecombineerd voor.

Figuur 5 laat zo'n schakeling zien.

De gloeilampjes L_1 en L_2 bezitten in gloeiende toestand een weerstand van respectievelijk 1000 en 600 Ω .

Gevraagd wordt de klemspanning U_k van de batterij en de stroom die deze batterij moet leveren.

Volgens het geleerde is:

$$G = \frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_{L1}} + \frac{1}{R_{L2}} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{600} = \frac{3}{3000} + \frac{5}{3000} = \frac{8}{3000} S,$$

$$R_v = \frac{G}{1} = \frac{3000}{8} = 375 \Omega.$$

Deze vervangingsweerstand was ook te berekenen door de formule

$$R_v = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \text{ te gebruiken, er volgt dan:}$$

$$R_v = \frac{1000 \times 600}{1000 + 600} = \frac{600000}{1600} = 375 \Omega.$$

De totale weerstand van de keten is:

$$R_t = R_i + R_1 + R_v = 0,5 + 224,5 + 375 = 600 \Omega$$

Volgens de wet van Ohm is dan:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60}{600} = 0,1 \text{ A.}$$

Binnen in de batterij gaat een spanning verloren van:

$$U_v = I \times R_i = 0,1 \times 0,5 = 0,05 \text{ V, de spanning aan de klemmen van de batterij is dan:}$$

$$U_k = U - U_v = 60 - 0,05 = 59,95 \text{ V (zie ook blz. 174, jrg. 1968).}$$

Als besluit van het serie-parallel-, en gemengdschakelen een wat ingewikkelder voorbeeld, zie figuur 6.

Daar hier de inwendige weerstand van de batterij wordt gevraagd is het gewenst de klemspanning en de stroom door de batterij te berekenen, immers:

$$U_v = U - U_k \text{ en } R_i = \frac{U_v}{I_t}$$

Om de te leveren totaalstroom vast te stellen, bepalen we met de wet van Ohm de spanning op de weerstand van 1 k Ω :

$$U = I_2 \times R_6 = 0,01 \times 1000 = 10 \text{ V,}$$

$$I_1 = \frac{10}{2000 + 3000} = 0,002 \text{ A.}$$

Het is duidelijk dat de som van de spanningen op de weerstanden van 2 k en 3 k gelijk is aan de spanning op de weerstand van 1 k.

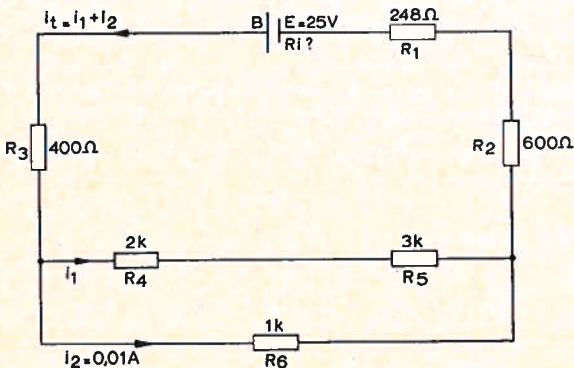


FIG. 6

Vraagstukken

1. Bepaal het geleidingsvermogen van een weerstand van resp. 100, 1000, 40000 en 5000 ohm.
2. Het geleidingsvermogen van een aantal weerstanden is respectievelijk: 59, 0,4, 0,05 en 0,001 S. Bereken de weerstand.
3. Een schakeling bestaat uit drie parallel geschakelde weerstanden van 1000, 2500 en 4000 ohm. Gevraagd de vervangingsweerstand te berekenen.
4. Van een aantal relaiswikkelingen is de weerstand 500, 8000 en 20000 ohm. Bereken het geleidingsvermogen.
5. Op een batterij met een spanning van 24 volt zijn aangesloten drie parallel geschakelde weerstanden van 6,25, 5 en 25 ohm. Bereken de stroom die de batterij moet leveren.
6. Vier weerstanden van 1 ohm zijn aangesloten op een onbekende spanning. De stroom die deze spanningsbron afgeeft is 0,01 A, terwijl de inwendige weerstand kan worden verwaarloosd. Hoe groot is de spanning van de spanningsbron.
7. Een batterij geeft een stroom af van 0,48 A aan twee parallel geschakelde weerstanden van 600 en 300 ohm. De spanning van de batterij is 100 volt. Hoe groot is de inwendige weerstand van de batterij?

Door de wet van Ohm toe te passen vonden we de stroom van 0,002 A.

De totaalstroom die de batterij levert is:

$$I_t = 0,01 + 0,0002 = 0,012 \text{ A.}$$

De weerstanden van R_1 , R_2 en R_3 staan voor de totaalstroom in serie; de spanningsval die hierin optreedt is:

$$U = I_t (R_1 + R_2 + R_3) = 0,012 \times 1248 = 14,976 \text{ V.}$$

Te samen met de spanning van 10 volt over de weerstand R_6 geeft dit een klemspanning van:

$$10 + 14,976 = 24,976 \text{ V.}$$

Het inwendige spanningsverlies in de batterij is dan: $25 - 24,976 = 0,024 \text{ V.}$

Met de wet van Ohm is nu de inwendige weerstand van de batterij te vinden:

$$R_i = \frac{0,024}{0,012} = 2 \Omega.$$

Er zijn bij de N.V. Uitgeversmaatschappij Æ. E. Kluwer te Deventer twee boeken verschenen getiteld:

PRAKTISCHE ELEKTRONICA.

Deel 1 — Elektrische schakelingen.

Deel 2 — Elektrische-elektronische schakelingen.

Beide boeken zijn geschreven door W. van Bussel, terwijl het derde deel nog in bewerking is.

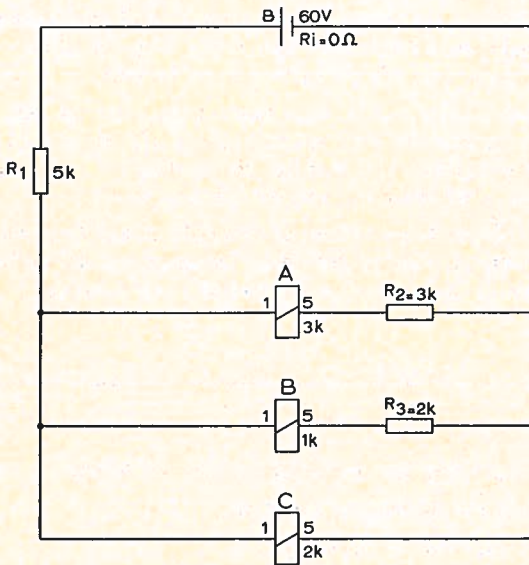


FIG. 7

8. Figuur 7 toont een schakeling, die bestaat uit drie parallel geschakelde relais van 3, 1 en 2 kohm. In serie met de relais A en B is een weerstand van 3 kohm en 2 kohm geschakeld. Tussen deze relais en de stroombron is een weerstand van 5 kohm geschakeld. Wanneer de spanning van de batterij 60 volt is, hoe groot is dan de afgegeven stroom?
9. Tien parallel geschakelde gloeilampen nemen ieder een stroom op van 0,44 A.
Gevraagd wordt de totale stroom welke deze lampen uit het net van 220 volt opnemen.
10. Bereken de weerstand en het geleidingsvermogen van de in vraagstuk 9 genoemde schakeling.

De inhoud van deel 1 bevat de volgende hoofdstukken:

1. We maken kennis met vriend Elektron.
2. Verhelderende experimenten.
3. Volt, ampère, ohm en watt in de praktijk.
4. Het nuttige weerstandje.
5. Goed monteren.
6. Schakelen met schakelaars.
7. Het wondere magnetisme.
8. De afstandsschakelaar, een fascinerend instrument.
9. Nog meer belangrijke toepassingen van magnetisme.
10. Doel, werking en gebruik van de transformator.
11. Enkele test- en meetinstrumenten.
12. Het elektron als vijand.

Het geheel, dat 139 blz. telt, wordt besloten met een samenvatting van praktijkformules en een lijst van symbolen.

In deel 2 komen de volgende hoofdstukken voor:

1. De bijzondere eigenschappen van spoel en condensator.
2. Interessante schakelingen met condensatoren.
3. Nog enkele onderdelen en schakelingen.
4. Elektronen in de auto.
5. Elektriciteit en elektronica.
6. De elektronenbuis.
7. Eenvoudige versterkers met buizen.
8. De bouw van versterkers met buizen.
9. De transistor.
10. Eenvoudige transistorversterkers.
11. De bouw van transistorversterkers.

Dit tweede deel, dat 171 blz. telt, wordt besloten met een samenvatting van praktijkformules en een lijst van symbolen.

Beide boeken zijn verlucht met duidelijke schema's, terwijl zij ook een aantal foto's bevatten.

De materie in deze boeken is op zeer begrijpelijke wijze behandeld en spreekt de lezer direct aan.

De schema's en foto's werken verhelderend. Belangrijk is tevens, dat men de drie boeken als aparte zelfstandige eenheden kan beschouwen, die ieder op een ander terrein informatie geven.

Beide boeken, deel 3 is zoals reeds werd vermeld nog in bewerking, kunnen bij bovengenoemde Uitgever en bij de boekhandel worden besteld. Deel 1 kost f 8,50 en deel 2 f 9,50.

De Redactie.

1. Iemand moet een getal delen door $7\frac{1}{5}$; hij vergist zich en deelt door $5\frac{1}{7}$ waardoor zijn quotiënt 12 te groot is.
Welke deling moest hij uitvoeren.
2.
$$\frac{\left(6\frac{7}{16} + 3\frac{7}{12} - 5\frac{109}{240} + \frac{5}{6}\right) : 2\frac{2}{3} \times 1\frac{5}{12}}{(17,646 - 1,5 \times 8,146) : 1,7 : 6,7} =$$
3.
$$\frac{5\frac{2}{7} - 3\frac{1}{4} \times \frac{5}{13}}{4,875 + 9\frac{1}{4}} = 3\frac{1}{2} \times x.$$
 Bepaal x.
4. Van een product van twee factoren vermenigvuldigt men de eerste factor met 11 en de tweede met 13, nu vindt men een product, dat 550392 groter is dan het eerste product; bepaal dit product.
Als de ene factor 51 is, hoe groot is dan de andere?
5. Drie getallen verhouden zich als 5 : 6 : 7. Als de som van tweemaal het eerste getal + vijf maal het derde getal 1071 meer is dan viermaal het tweede, hoe groot zijn dan die drie getallen?
6.
$$\frac{\left(3\frac{3}{4} + 5\frac{5}{6} - 2\frac{1}{12} : 3\frac{1}{3}\right) : 4\frac{3}{8}}{\frac{3}{14} + 2\frac{6}{7}}$$
7.
$$\frac{14^3 + 18^3 + 25^3 - 18900}{14^2 + 18^2 + 25^2 - (14 \times 18 + 14 \times 25 + 18 \times 25)}$$
8. Men heeft een zeker getal; eerst wordt er 68 afgetrokken, van de rest 54; de som van de resten is 322.
Bepaal dat getal.
9.
$$(107,93 : 0,43 - 237,07 : 1,51 + 36,301 : 1,171) \times (95,903 : 3,307 - 959,41 : 25,93 + 38,117 : 8,11 + 4,4) =$$
10. Trek de vierkantswortel uit:
64; 169; 225; 400; 900; 10000.
Ontbind in factoren en trek de vierkantswortel:
784; 1296; 1024; 1521; 2401; 5184; 9216.

Antwoorden Oefenpagina XXII (blz. 25)

1. De getallen zijn $11\frac{1}{2}$; $21\frac{1}{12}$ en $32\frac{7}{12}$

Het derde getal is twee maal op de som begrepen.

2. Het getal is $1\frac{1}{4}$

3. $2\frac{11}{20}$

4. $\frac{1528}{7067} = \frac{2^3 \times 191}{37 \times 191}$; $\frac{2^3}{37} = \frac{8}{37}$

$$\frac{1936}{4356} = \frac{2^4 \times 121}{2^2 \times 121 \times 3^2}$$
; $\frac{2^2}{3^2} = \frac{4}{9}$

$$\frac{3696}{6468} = \frac{2^4 \times 3 \times 7 \times 11}{2^2 \times 3 \times 7^2 \times 11}$$
; $\frac{2^2}{7} = \frac{4}{7}$

$$\frac{17496}{63504} = \frac{2^3 \times 3^7}{2^4 \times 3^4 \times 7^2}$$
; $\frac{3^3}{2 \times 7^2} = \frac{27}{98}$

5. De oppervlakte is 5544 cm^2 . De halve omtrek is 132 cm . De breedte is 42 cm .

6. $x = 8,3$.

7. Deeltal + deeler + quotiënt = 527.

$$D + d = 527 - q = 527 - 23 = 504.$$

$$D = 504 - d.$$

$$D : d = q.$$

$$(D - d) : d.$$

$$(504 - d) : d = 23.$$

$$504 - d = 23 \times d.$$

$$504 = 23d + d = 24d.$$

$$d = \frac{504}{24} = 21$$

$$D = 504 - 21 = 483. \text{ De deling is dus } 483 : 21 = 23.$$

8. $(D - 7) : d = q.$

$$(271 - 7 - d) : d = 21.$$

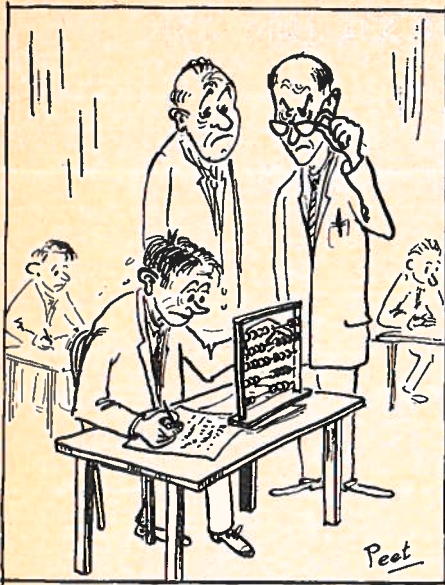
$$264 - d = 21d.$$

$$264 = 22d.$$

$$d = \frac{264}{22} = 12.$$

$$(D - 7) : 12 = 21.$$

$$D - 7 = 21 \times 12 = 252.$$



Examenvragen

14-69

- Een weerstand wordt aangesloten op een spanning van 220 V. De weerstand is vervaardigd van een draadsoort waarvan $\rho = 0,75$, terwijl de dikte 0,5 mm is. De stroom door deze draad bedraagt 4 A. Bereken de lengte van deze draad.
- Om een voorwerp te verkoperen wordt het 2 uur als katode in een koperbad opgehangen en aangesloten op een stroombron. Na 2 uur blijkt het voorwerp 30 g in gewicht te zijn toegenomen. Bereken de waarde van de stroom.
 $\alpha = 0,328$.
- Van een voltmeter is het meetbereik 250 V bij een stroom van 0,05 A. Wat moet er gebeuren om deze voltmeter geschikt te maken voor het meten van een maximale spanning van 500 V, ook bij een stroom van 0,05 A?
- Een stroom van 40 A vertakt zich over vier parallel geschakelde weerstanden te weten:
 R_1, R_2, R_3 en R_4 , die respectievelijk 8, 12, 16 en 24 Ω bedragen. Gevraagd wordt te berekenen:
 - I_{totaal} .
 - I_1, I_2, I_3 en I_4 .
- Van een trafo is de wikkilverhouding 1 : 5. Op de primaire wikkeling wordt 220 V aangesloten, terwijl het aantal windingen 200 is. Gevraagd wordt:
 - Hoe groot is het aantal secundaire windingen,
 - Welke stroom zal er door deze wikkeling, die 100 Ω is gaan, als de belasting 50 Ω is.
 Verliezen buiten beschouwing gelaten.

RECTIFICATIE

EXAMENANTWOORDEN

In het januarinumnummer op blz. 7 is het antwoord 3d fout.

Dit moet luiden:

Een accumulator mag niet lang in ontladen toestand blijven.

$$D = 252 + 7 = 259.$$

De deling is dus $259 : 12 = 21$ met rest 7.

9. De getallen zijn 125 en 75.

10. Inhoud kubus = $14^3 = 2744 \text{ cm}^3$.

$$\text{Inhoud cilinder} = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1 \times 22 \times 14^2}{4 \times 7} = 2156 \text{ cm}^3$$

De kubus is dus 588 cm^3 groter.

Landlijn versterkers

gebruikt voor zeekebls

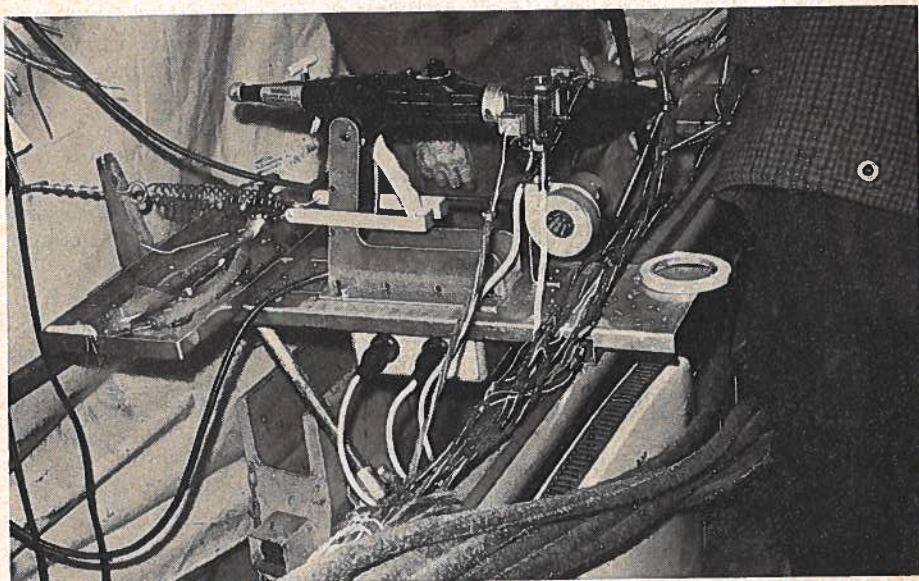
15-69

Binnenkort gaat de Deense P.T.T. de voor landkabels ontworpen en als zodanig gebruikte lijnversterkers ook voor haar zeekebls toepassen. Blijkbaar heeft men na een periode van 15 jaar, waarin men met N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie samenwerkt, zoveel vertrouwen gekregen in de betrouwbaarheid van deze apparatuur, dat men een dergelijke unieke beslissing heeft durven nemen. Men heeft hiermede een belangrijke kostenbesparing verkregen bij de aanschaf en het onderhoud van een compleet kabelnetwerk in het aan eilanden zo rijke Denemarken. Tot nu toe heeft men zeekebls uitsluitend uitgerust met speciale versterkers, die o.a. omdat zij zo moeilijk te bereiken zijn

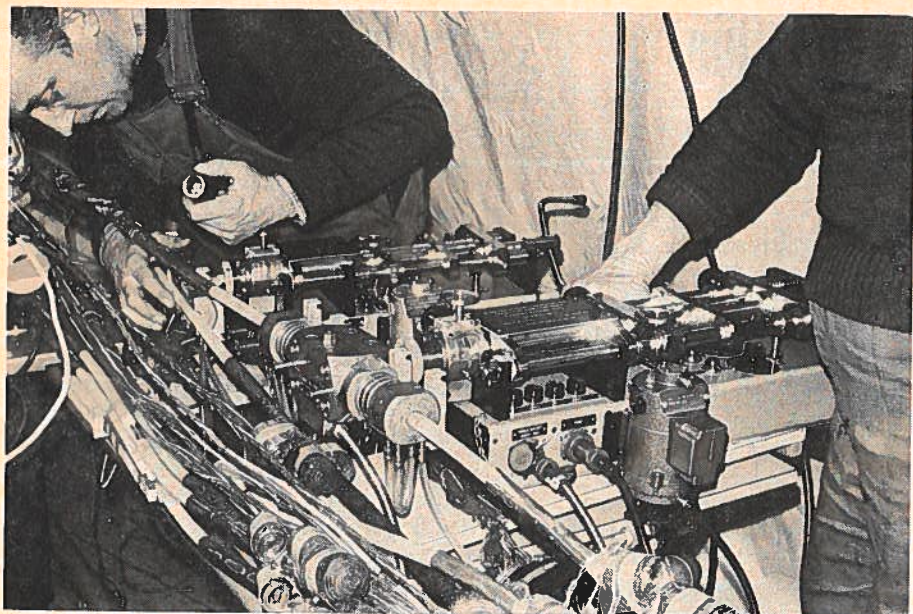
altijd bijzonder nauwkeurig en onder speciale omstandigheden worden geconstrueerd.

Het kabelnetwerk

Het geprojecteerde netwerk van land- en zeekebls zal het bestaande straalzender-netwerk over het geheel land aanvullen en ondersteunen. Elke kabel is opgebouwd uit 12 coaxiale geleiders van het grootste type, waarvan de diameters van de inwendige geleider en de uitwendige mantel respectievelijk 2.6 mm en 9.5 mm bedragen. Deze kabels zullen door de Duitse kabelfabriek Felten & Guillaume Carlswerke A.G. te Keulen worden geleverd. Om het niveau van de telefoonkanalen op peil te hou-



Op de foto het aanbrengen van de buitenste geleider bij de kabellas in de hulpaders.



Het gieten van de isolatie tussen binnenste en buitenste geleider.

den worden op onderlinge afstanden van ongeveer 4.5 km de bovengenoemde lijnversterkers in de kabel aangebracht. Door de keuze van de kabels en de lijnversterkers met een bandbreedte van 12 MHz kunnen over elke kabel 16200 telefoongesprekken heen en terug worden overgebracht.

Voor een belangrijk gedeelte van het netwerk heeft N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie in het begin van 1967 een contract met de Deense P.T.T. afgesloten ter waarde van ongeveer 5 miljoen Nederlandse gulden.

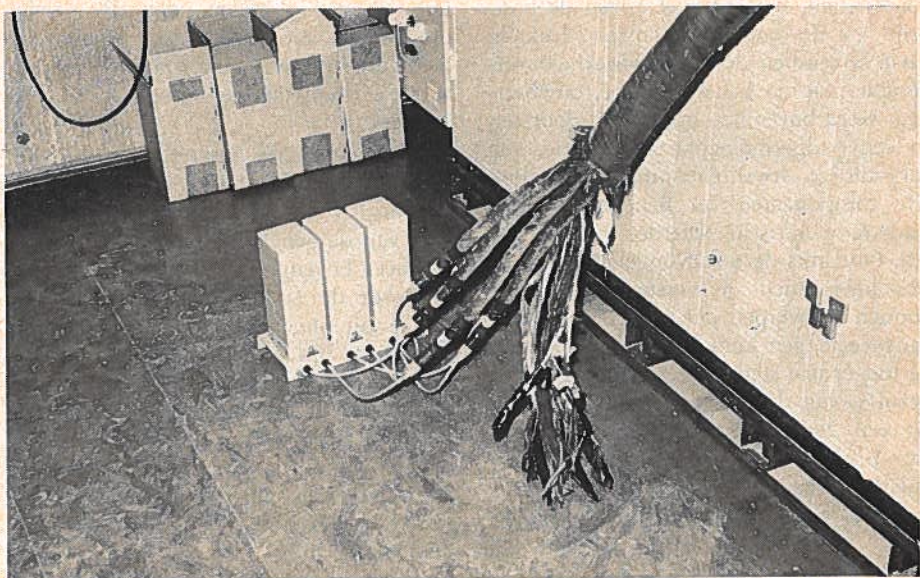
Op het moment wordt in eerste instantie de zeekabel tussen de eilanden Seeland en Funen gelegd ter vervanging van de bestaande niet helemaal betrouwbare kabel. Daarna zal de kabelverbinding tussen Kopenhagen en de stad Aarhus op het schiereiland Jutland ter hand worden genomen. Van deze verbinding wordt verwacht dat de zeekabels in het

volgend voorjaar zijn gelegd en dat de gedeelten over land gedurende de zomer gereed zullen komen. De zee-verbinding zal hierbij over het eiland Samsø lopen.

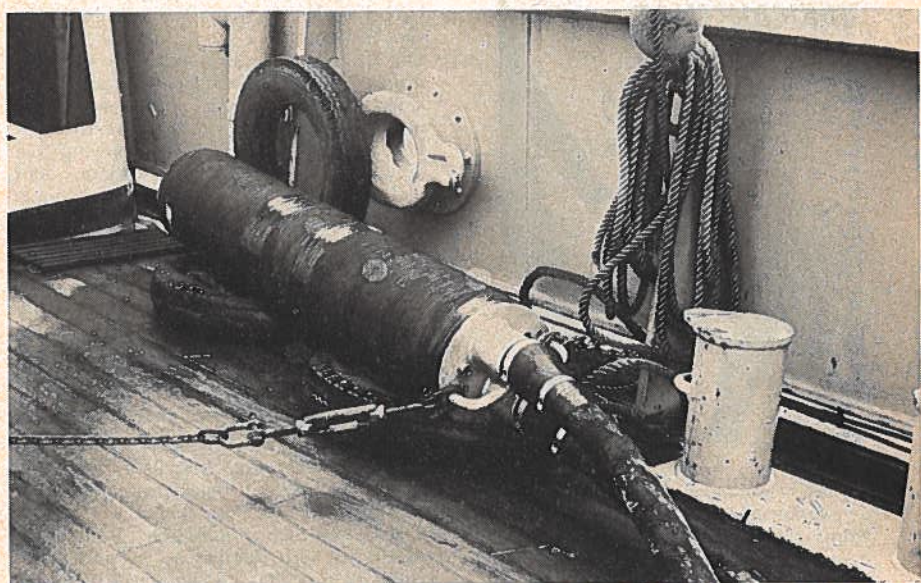
De lijnversterkers

Reeds in 1958 leverde N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie als één der eersten ter wereld getransistoriseerde lijnversterkers aan Denemarken. Hierdoor werd niet alleen een veel grotere betrouwbaarheid verkregen, maar werd tevens het energie-verbruik drastisch beperkt, hetgeen vooral over grote afstanden van het allerhoogste belang is. In totaal werden reeds meer dan 10.000 lijnversterkers aan diverse Europese landen geleverd.

In nauwe samenwerking met de Nederlandse en Belgische P.T.T.'s werden later de moderne versies voor 4, 6 en 12 MHz bandbreedten ontwikkeld. Hierbij werd voor alle versies uitgegaan van dezelfde



Een versterker ligt aan dek gereed om in zee te worden neergelaten.



Ten behoeve van een laatste elektrische controle, alvorens de versterkers aan de kabel zullen worden gelast, zijn aan de landzijde tijdelijk een aantal lusversterkers aan de kabel aangesloten.

bouwstenen, hetgeen niet alleen de kostprijs en de onderhoudskosten drukten, maar bovendien de betrouwbaarheid verhoogde. De zo belangrijke betrouwbaarheid werd bovendien opgevoerd door een zo eenvoudig mogelijke constructie, een zorgvuldige kwaliteitscontrole en door alle componenten ver beneden de toelaatbare elektrische waarden toe te passen. Ondanks deze zelf-opgelegde restricties heeft men de versterkers zodanig kunnen ontwerpen dat zij een hoog uitgangsvermogen kunnen afgeven ondanks de toegepaste sterke tegenkoppeling. Ten gevolge van deze tegenkoppeling is echter een zeer laag ruisgetal van minder dan 1 pW/km en zeer geringe intermodulatie bereikt.

Om elke kabelverbinding zo betrouwbaar en zo efficiënt mogelijk te kunnen zet-

ten en uit te breiden, zijn alle versies opgebouwd uit enkele zeer belangrijke bovengrondse versterkerstations en uit vele zeer eenvoudige ondergrondse versterkers.

De bovengrondse versterkerstations bevatten als zodanig alle niveauregelings-, voedings-, en foutlokaliseringsapparatuur van de gehele kabelverbinding. Tussen deze bovengrondse versterkerstations, die voor de 12 MHz-versie op een afstand van ongeveer 166 km van elkaar af liggen, zijn de eenvoudige versterkers ingegraven. Verreweg het grootste aantal hiervan bestaat uit een vast ingestelde standaardversterker. Na 8 van deze versterkers moet een type worden aangebracht, waarvan de versterking wel vanuit het bovengrondse station kan worden bijgesteld.



De baas „verkoopt” geen veiligheid door de werknemer te zeggen dat er op hem wordt gelet en dat hij op zijn vingers zal worden getikt, zodra hij zich niet aan een veiligheidsvoorschrift houdt.

Zijn doelstelling moet zijn hem te overtuigen van de noodzaak op zich zelf te letten.

In „De Veiligheid” van september 1967

geven wij een vertaling van een artikel uit de 1965 Annual News-Letter (uitg. National Safety Council, Chicago) door G. W. Nickel onder de titel „Veiligheids training van man-tot-man”.

Dit artikel bevat o.i. aspecten die deel uitmaken van de „veiligheidseducatie” die iedere baas en opzichter in zijn werkgroep persoonlijk moet en ook kan bedrijven.

Een bredere en diepere beschouwing van deze intermenselijke beïnvloeding door leidinggevend en veiligheidsfunctionarissen wordt gehouden en in praktijk gebracht in de jaarlijkse Cursus Bedrijfsveiligheid van ons instituut en in de vervolgcursus „Veiligheidseducatie”, welke (bij voldoende belangstelling) in het najaar wordt gehouden.

Data, voorwaarden e.d. voor inschrijving, worden in „De Veiligheid” bekend gemaakt.

Voor literatuur over deze en andere sociaal psychologische, agologische*) aspecten van het veiligheidswerk, verwijzen wij naar onze Cursus B.V. in boekvorm, o.a. hoofdstukken CA 131, 132, 171, 172, 174 en onze Overdrukken uit „De Veiligheid” zoals de serie „Mensen en motieven” (OD 22 t/m 27), „Richtvragen” voor bedrijfschefs en bazen (OD 30), e.a.

*) Agologic: leer der opvoeding van volwassenen.