

# Suspensie Reactor ontmanteld

P. J. Boomgaard

De KEMA, het bekende instituut te Arnhem, besloot onlangs tot het definitief beëindigen van een belangrijk project.

Het betrof hier een zuiver onderzoeksproject, dat na enige jaren (met ups en downs) voldoende ervaring heeft opgeleverd en heeft geleid tot het verrijken van de aanwezige kennis.

Zo gaat dat in laboratoria en zo gaat het dus ook in het onderzoeksinstituut van de elektriciteitsproducenten in Nederland, de KEMA.

Naar de kosten van dergelijke onderzoeken mag men niet vragen; ze zijn vaak wel zeer hoog. Het produkt evenwel dat overblijft is abstract; het heet dan ook *kennis* en wie kan zeggen wat die waard is?

In het geval dat hier wordt besproken ging het om het verrichten van een onderzoek aan een bepaald systeem van vermogensopwekking d.m.v. kernreactie. Dat type reactor bestond in feite nog nergens en het moest dan ook zelf worden gebouwd; een taak die de nodige ervaring moest opleveren. Bedoeld wordt: de *KEMA Suspensie Test Reactor* (KSTR).

De bouw ervan heeft geruime tijd gevorderd; de geschiedenis tijdens en na de bouw heeft een wat onverwachte wending genomen. E.e.a. hield zeker verband met de zeer grote tegendruk van groepen in de maatschappij, die elke vorm van het gebruik van kernenergie van de hand wijzen. De discussie daarover laten wij hier achterwege. Wel kan worden gesteld, dat het onderzoek aan de KSTR technologisch als succesvol wordt beschouwd. Dat duidt er al op, dat die KSTR inderdaad heeft gefunctioneerd. De kennis, kunde en ervaring daarmee opgedaan wordt als onontbeerlijk gekenschetst.

## **Buitenlandse activiteiten**

De fysicus, Prof. Dr. J. J. Went, lanceerde reeds in de jaren vijftig zijn ideeën die zouden moeten leiden tot de bouw van een Suspensie (Test) Reactor. Ook in Zweden en in de U.S.A. was men op dat gebied actief. Pas in de late zestiger jaren werd het initiatief van Prof. Went omgezet in werkelijkheid; het project KSTR ging van start.

De Nederlandse elektriciteitsproducenten zagen wel in dat de kennis, aanwezig in hun onderzoeksinstituut, met dat project aanzienlijk aan betekenis kon winnen, zodat men niet afhankelijk zou behoeven te geraken van de kennis en kunde die aanwezig zou zijn in andere landen. Dit is overigens een filosofie die men in onderzoekslaboratoria normaal hanteert.

---

Overall in de geïndustrialiseerde landen verrezen kerncentrales, met de bedoeling elektriciteit op te wekken. Daarvoor leek een grote toekomst weggelegd. Men achtte het aantrekkelijk niet afhankelijk te zijn van uitputtelijke bronnen als kolen en olie. Bovendien zou een schone produktie mogelijk zijn. De produkten, die men als brandstof voor de kernsplijting nodig had, waren – meende men – volop aanwezig.

Intussen dachten Prof. Went c.s. daar anders over. Hij verdedigde het *Suspensie Reactor Systeem* en kende daaraan een grote mate van beheersbaarheid toe, waardoor een veilige werking gegarandeerd zou zijn. Dat laatste is intussen bewaarheid.

Een andere reden voor de toepassing van het *Suspensie Reactor Systeem* was echter gelegen in het economisch gebruik van de splijtstof.

### **Splijtstof**

In de landen met een rijke hoeveelheid industrie werd, zoals reeds opgemerkt, allerwege naarstig gewerkt aan de ontwikkeling en de bouw van kerncentrales, om de zo nodige energie-opwekking op peil te houden. Als brandstof daarvoor werd algemeen het gemakkelijk splijtbare Uranium toegepast. Met *gemakkelijk* wordt hier uiteraard bedoeld, dat de reactie op doeltreffende wijze op gang kon worden gebracht. Met het tot staan brengen van de reactie had men aanvankelijk wat meer moeite, maar ook daarvoor had men al spoedig de veilige technieken onder de knie. Echte moeilijkheden waren bij deze Uranium-kernreactoren derhalve niet aanwezig.

De benodigde Uranium bleek redelijk eenvoudig als grondstof te delven en was ook in behoorlijke hoeveelheid in de aardkorst beschikbaar. In wetenschappelijke kringen werd niettemin de verwachting uitgesproken, dat die Uranium-voorraden in de wereld wel eens uitgeput zouden kunnen raken wanneer daarvan een meer dan ruim gebruik zou worden gemaakt. Te bedenken valt, dat uit het ontgonnen – ruwe – Uranium maar ongeveer 7‰ tot splijtbaar materiaal kan worden verwerkt. De Uranium-kernen worden gespleten door ze met langzame thermische neutronen te beschieten.

In normale gevallen is, zoals gezegd, slechts 7‰ van de natuurlijke Uranium geschikt om aan dit splijtingsproces deel te nemen (U 235).

Dit zeer onrendabele gebruik, dat een grote aanslag op de wereldvoorraad betekent, leidde tot de ontwikkeling van de *snelle* kweekreactor. Daarin kan uit het niet splijtbare deel (99,3% U 238) door bijzonder intense beschieting met z.g. snelle neutronen het kunstmatig element Plutonium worden gekweekt. Plutonium is verder weer geschikt als splijtstof, maar kan ook gebruikt worden voor andere doeleinden dan hier bedoeld.

Op deze wijze werkend, zou men uit de zorgen zijn wat de wereldvoorraden

betreft. Maar helaas kleefden aan die snelle kweekreactor relatief grote veiligheidsrisico's. Daarin is ook wel weer verandering gekomen, maar in de tijd dat men dacht aan de bouw van een KSTR, werd dat probleem nog te groot geacht. In feite heeft dat probleem mede geleid tot de ontwikkeling van juist *die* Suspensie Reactor.

Prof. Went richtte zijn aandacht op een thermische kweekreactor, waarbij Thorium in splijtbaar Uranium U 233 kon worden omgezet. Bekend was reeds, dat de wereldvoorraad Thorium ruim voldoende was. Behalve dat er grote voorraden beschikbaar waren, zou er ook nog een verantwoord economisch gebruik van kunnen worden gemaakt. Intussen is bewezen, dat deze thermische kweekreactor een betrekkelijk kleine investering aan brandstof vereist.

### **De Suspensie Reactor**

Het concept van de *Suspensie Test Reactor* berust op de toepassing van circulerende splijtstof in *Suspensie*-vorm. *Suspensie* noemt men een systeem van vaste stof, die zeer fijn verdeeld wordt over de vloeistof of een gas.

Het lag in de bedoeling de splijtstof en de kweekstof samen te brengen in kleine bolletjes en deze door het koelmedium zelf te laten zweven. Om een indruk te geven van de grootte van deze bolletjes, kan worden gemeld, dat de middellijn daarvan niet groter mag zijn dan  $5\mu\text{m}$ .

Het maken van die bolletjes was echter niet zo'n geringe opgave. Men heeft daar jaren aan moeten ontwikkelen om tot een goed proces te komen.

De ontwikkeling van het z.g. Sol-Gel-proces maakte het tenslotte mogelijk de eerdergenoemde Suspensie-techniek toe te passen. Met dat proces was het eindelijk mogelijk de splijtstof met de kweekstof in die microscopisch kleine bolletjes samen te brengen. Met het ontwikkelen van deze methode trok men internationaal de aandacht.

Vastgesteld kon worden dat men de chemische samenstelling, de dichtheid, de oppervlaktegesteldheid, de vorm en de grootte van de bolletjes volkomen in de hand had. Het meecirculeren van de bolletjes in het koelmedium zelf kon nu worden gerealiseerd. Dit moet van grote betekenis worden geacht.

In normale kernreactoren moeten lange brandstofstaven de splijtingswarmte kwijtraken aan omringend water of gas. In het geval van de bolletjes, die in het koelwater zelf meecirculeren, ontstaat een directe overdracht van de bij de splijtingen vrijkomende warmte aan het water. Door die directe overdracht van de vrijkomende warmte aan het water werkt de warmte-afgifte heel snel, waaraan de reactor de inherente veiligheid dankt. Deze reactor remt zichzelf automatisch af indien door één of andere oorzaak het vermogen zou willen oplopen. De reactor kan dus niet op hol slaan. In feite betekent dit, dat de

---

KTSR geen mechanisch regelsysteem nodig heeft. In andere kernreactoren dienen de brandstofstaven verder of minder ver uit het omringende medium (meestal water, soms grafiet) opgetrokken te worden om het reactieproces te beheersen. Andere mechanische regeltechnieken worden hiervoor ook toegepast, zoals het plaatsen van cadmiumplaten tussen de staven. Deze absorberen veel neutronen die dan niet meer voor de reactie beschikbaar zijn; daardoor gaat de reactor op een lager pitje. Het Suspensie Reactor Systeem heeft een dergelijk regelsysteem niet nodig en dat mag zeer belangrijk worden genoemd.

### **Proefdraaien**

Toen de tijd van proefdraaien was aangebroken, zo rond 1971, had men al vele problemen opgelost. De bolletjes konden in het koelmedium circuleren en in een reactorkamer zou de doorstromende Suspensie gedurende korte tijd een hoge concentratie kunnen bereiken, waarmee een splijtingsreactie op gang kon worden gebracht. Deze reactie zou door de doorstromende werking op gang gehouden kunnen worden, maar men ondervond problemen met de slijpende en zandstralende werking, die de doorstromende bolletjes hadden op de geleidingen en pompen.

Ook deze nadelige gevolgen heeft men onder de knie gekregen, zodat uiteindelijk met proefdraaien kon worden begonnen. Het vermogen zou 1 MW = 1000 kW (thermisch) zijn. Dit thermische vermogen komt uiteraard tot stand door de bovengenoemde voortdurende splijtingsreactie in de reactorkamer.

### **Oponthoud**

Op het moment dat men bij KEMA toe was aan het werkelijk produceren van het maximale thermische vermogen, werd een flinke spaak in het wiel gestoken.

De reeds in de inleiding aangeduide weerstand van groepen, die elke vorm van kernenergie-opwekking afwijzen, was daarvoor verantwoordelijk. Op bezwaarschriftenbehandeling volgden Kamerdebatten en dit leidde weer tot het instellen van Commissies van Onderzoek, die rapporten produceerden, welke dan weer becommentarieerd werden. Dit had een vertraging van zeker 3 jaar tot gevolg; men popelde bij het onderzoeksinstituut om de zaak in bedrijf te stellen, maar kon dat pas in 1974 ten uitvoer brengen. Kostbare jaren waren verloren gegaan; internationaal gingen de onderzoeken voort.

### **De test zelf**

De KSTR heeft gefunctioneerd van 1974 tot 1977. In die periode is bewezen, dat het mogelijk was een reactorsysteem te bouwen en te bedrijven, dat

inherent veilig is. De resultaten van dit fundamenteel kernfysisch onderzoek tonen aan, dat de belangrijkste vooronderstellingen juist waren, n.l.:

- een reactor met circulerende splijtstof (Suspensie Reactor) bleek zonder onoverkomelijke storingen te kunnen worden bedreven;
- in de Suspensie-vorm konden hoge concentraties aan Uranium en Thorium worden toegepast;
- de beheersing van erosie en stromingsproblemen (de zandstralingsproblemen) kon proefondervindelijk worden aangetoond;
- het vertrouwen in de inherente veiligheid van dit type reactor bleek volkomen gerechtvaardigd.

De wetenschappelijke waarde was bewezen. Het eerdergenoemde oponthoud had de internationale belangstelling echter doen verflauwen.

### **De ontmanteling**

De KSTR had aan zijn eisen beantwoord; verder onderzoek was niet meer zinvol. Er brak nu een nieuwe tijd van onderzoek aan. Men zag zich n.l. voor het probleem gesteld, hoe men op verantwoorde wijze een dergelijke reactor moest ontmantelen. Dit geldt vooral de KSTR, waarin zich in het gehele systeem radio-actieve splijtingsprodukten bevinden.

Op zichzelf heeft dit een belangrijke onderzoekswaarde, al kan men niet stellen dat er op dit gebied geen kennis bestaat.

Men is nu echter in staat om de kennis van afbraaktechnieken te vergroten. Activiteitenrisico's en besmettingsrisico's vragen daarbij de grootste aandacht. Het gaat dan ook om het hanteren van afstandsbehandelingstechnieken. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een bestuurbare manipulator, die gereedschappen op commando hanteert. Het is zelfs mogelijk om de manipulator gevallen onderdelen te laten oprapen.

Voorts vormt de volume-reductie van het afval een ander belangrijk onderzoeksterrein. De totale ontmanteling zal jaren in beslag nemen.

### **Nucleair onderzoek**

Met de afbraak van de KSTR wordt – hoe tegenstrijdig dat ook moge klinken – weer veel kennisaanvulling verkregen.

In het Kern-Reactor-Laboratorium (KRL) van de KEMA bestaat het nucleair onderzoekswerk voornamelijk uit decontaminatie-technieken en het vervolmaken van afbraaktechnieken. Het onderzoek richt zich derhalve op besmettings- en activiteitenrisico's.

Deze kennis wordt niet uit het buitenland gehaald; de reden hiervan is:

- men wil die vaardigheden zelf verwerven en continuëren;
- de verworven kennis maakt het mogelijk om internationaal op niveau mee

---

te kunnen denken (en praten);

- voor het verwerven van kennis uit het buitenland dient men een hoeveelheid kennis *in ruil* mede te brengen.

Voorts gaat het om verdere verdieping van de kennis die nodig is om de veiligheid van kerncentrales (lichtwaterreactoren in Borssele en Dodewaard) te kunnen beoordelen, zoals door middel van reactor-fysische berekeningen, door onderzoek betreffende het gedrag van splijstofelementen en met behulp van berekeningen omtrent de kans van falen van onderdelen van de reactorinstallatie en de gevolgen hiervan.

Deze problemen worden niet alleen theoretisch benaderd, maar door deelname aan internationaal opgezette programma's zoals bijvoorbeeld het Zweedse Marvikenproject, ook experimenteel onderzocht.

Het onderzoeksprogramma van de KEMA omvat verder milieugerichte studies op dit gebied, met name voor de verdergaande reductie van stralingsbelasting en besmettingskansen. Daarbij krijgt ook de gang van zaken in de centrale, bij normaal bedrijf en onderhoud, de nodige aandacht.

Een van de belangrijkste onderwerpen wordt gevormd door de onderzoeken en ontwikkelingen met betrekking tot het afval. Meer methoden zijn in onderzoek voor het verkleinen van het volume van laag actief afval, bijvoorbeeld door verbranden, verzuren of door biologische reacties, door extractie en afzonderlijk verwerken van de kleine portie meer actieve bestanddelen en door mogelijke combinaties. Verder werkt de KEMA ten aanzien van enige projecten nauw samen met reactorcentra in België en West-Duitsland en is zij betrokken bij het onderzoeksprogramma in Halden (Noorwegen).

Het KSTR-project is betrokken in de internationale evaluatie van splijstofcycli, vastgelegd in het INFCE-rapport (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation); het project speelt tevens een rol bij een vergelijkende studie tussen vier typen thermische kweekreactoren, in samenwerking met de IAEA (International Atomic Energy Agency) en het IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis).





P. J. Verwey

De laatste tijd verschijnen er (vooral in de dagbladders) nogal eens artikelen over „Computer-vakanties”. Soms met blikvangende titels als „Een week spelen in elektronische zandbak”.

Deze vakanties zijn bedoeld voor jongens en meisjes van ca. 12 jaar.

Deze trend was voor de redactie van het Studieblad PTT reden om een artikelenreeks te openen, waarin de huiscomputer wordt behandeld. Dit ter ondersteuning van de Studiebladlezer, waarvan de kinderen hun thuisfront warm maken voor de aanschaf van een dergelijk apparaat. In zo'n geval zal vader er prijs op stellen om enigszins te kunnen „meedenken”. Wij denken hierbij niet aan bij PTT werkende computerdeskundigen, maar aan de in andere technieken opgeleide PTTers.

De redactie is verheugd dat een PTT-deskundige, de heer P. J. Verwey, werkzaam bij de Centrale Afdeling MK te Groningen, bereid is deze rubriek te verzorgen.

Vragen en reacties hierover kunnen worden gericht aan het secretariaat Studieblad PTT.

### **Inleiding**

Het aanzien van de maatschappij en van ons levenspatroon is de laatste 30 jaren gewijzigd. Zo is de opkomst van de computer te vergelijken met de opkomst van de radio, televisie, telefoon e.d.

Ik kan me nog herinneren dat in de straat waarin ik vroeger woonde de burens aan de overkant een televisietoestel (TV) hadden. Dat was heel bijzonder. Op woensdagmiddag mochten de kinderen uit de gehele straat naar de TV komen kijken. Tegenwoordig is bijna elke huiskamer voorzien van een TV. De computer ondergaat hetzelfde „lot”. Was het zo dat enkele tientallen jaren geleden een bedrijf bijzonder was als het een computer binnen de muren had staan, anno 1984 is dat niet zo bijzonder meer.

De afgelopen jaren heeft de microprocessor en de daarmee gebouwde microcomputers een verscheidenheid van computers doen ontstaan. Hierdoor krijgen ook niet-informaticaspecialisten steeds meer de gelegenheid kennis te maken met de computer. Zo zie je binnen ons bedrijf op steeds meer afdelin-

---

gen een z.g. personal computer verschijnen. Ja, zelfs in steeds meer huiskamers staat een computer. De introductie door fabrikanten van computerspelletjes kun je een rage noemen. Een toetsenbord met een cassetterecorder die je op een TV (lieft een kleuren-TV) aan kunt sluiten. In het kastje van het toetsenbord zit een microprocessor. Op het cassettebandje staan één of meer spelletjes.

Met sommige van die apparaten is het ook mogelijk om met de programmeertaal BASIC, eenvoudige programma's te ontwerpen en te laten uitvoeren. Zo'n apparaat is het beste te karakteriseren met de term microcomputer. Omdat deze microcomputer een relatief klein geheugen heeft, kan men daarmee alleen maar in BASIC programmeren.

BASIC, *Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code*, is een eenvoudige (hogere) programmeertaal.

De personal computers zijn tegenwoordig voorzien van grote geheugens, zodat ook programmeertalen als PASCAL, COBOL en FORTRAN op vele merken en types voorhanden zijn. Echter de eerste kennismaking met het programmeren op microcomputers is in BASIC. Daarom is de keus voor dit artikel ook gevallen op BASIC als het aan komt op programmeren.

### **De microcomputer**

Wat is nu eigenlijk een microcomputer?

De verschijning van de microcomputer werd mogelijk door de ontwikkeling van de microprocessor en de geheugenchips. Een microprocessor is samengesteld uit onder meer een reken- en een besturingseenheid, die samen zijn ondergebracht op een geïntegreerde schakeling een z.g. chip, een klein stukje silicium, waarop transistoren en andere componenten zijn aangebracht.

De microprocessor zorgt dat de aangeboden reken- en besturingsinstructies worden uitgevoerd. Het geheugen van de computer fungeert als opslagplaats voor gegevens en instructies. Het geheugen wordt verdeeld in een RAM- en een ROM-geheugen.

Een RAM (Random Access Memory) is een willekeurig toegankelijk geheugen en laat zowel het lezen als het schrijven van informatie toe. Deze geheugens zijn meestal vluchtig. Dit betekent dat de opgeslagen informatie verdwijnt zodra de voeding uitvalt.

Een ROM (Read Only Memory) is een geheugen waar alleen de erin opgeslagen informatie kan worden gelezen. Dit geheugen is niet vluchtig. Informatie in het geheugen blijft bij spanningsuitval beschikbaar. Het beschrijven van een ROM gebeurt meestal bij de vervaardiging ervan.

De samenstelling van een microcomputer is schematisch weergegeven in fig. 1.



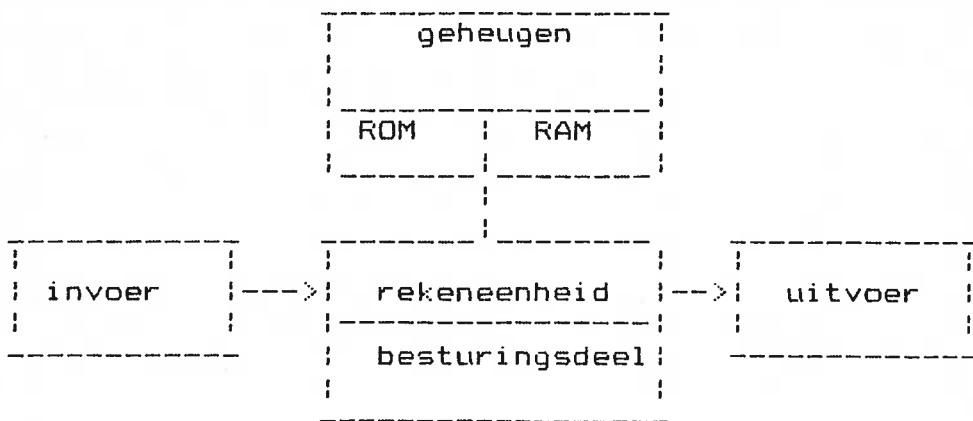


fig. 1.

Wat tot nu toe aan de orde is geweest is:

- programmeertaal (hogere);
- microprocessor;
- microcomputer;
- chip;
- besturingsdeel;
- rekendeel;
- geheugen (ROM en RAM);
- programmeren.

Deze onderwerpen zijn summier behandeld. Het ligt in de bedoeling om in de volgende artikelen nader in te gaan op deze begrippen.

### Inleiding BASIC

Zij die op dit moment overwegen een microcomputer aan te schaffen, of dit zelfs al hebben gedaan, zitten natuurlijk te popelen om iets over de programmeertaal BASIC te lezen. Wanneer deze taal bekend is, kun je tenminste iets doen met die computer, ja men kan dan, denkt men, PROGRAMMEREN.

Echter niets is minder waar. Het is n.l. niet zo dat wanneer je een programmeertaal kent, je dan ook kunt programmeren. Wanneer de programma's ook maar enigszins complex worden, moeten er programmeertechnieken aan te pas komen, die nog niet zijn besproken.

In de volgende artikelen zal, daar waar dat nodig is, enige toelichting worden gegeven op die programmeertechnieken. Nu dan iets over de BASIC.

BASIC behoort bij de groep hogere programmeertalen. Wanneer we een programma in een hoge programmeertaal schrijven, dan behoeven we vrijwel

geen rekening te houden met eigenschappen van de computer. Vrijwel niet, dat wil zeggen dat er altijd kleine verschillen zijn tussen de BASIC op de ene computer en de BASIC op de andere computer.

BASIC is ontwikkeld op het Dartmouth College in de V.S. en is bijzonder geschikt voor beginners. BASIC wordt vooral veel toegepast voor niet al te grote technisch-wetenschappelijke problemen. Door de verdergaande ontwikkeling van de taal is BASIC voor administratieve toepassingen geschikt geworden. Overigens: vele spelletjes die op de microcomputer kunnen worden gespeeld, zijn in BASIC geschreven.

### Statement

Een opdracht in een hogere programmeertaal noemen we een statement. Wanneer een statement aan de computer wordt aangeboden, wordt deze direct omgezet in een voor de computer begrijpelijke taal: de machinetaal. Pas als dit is gebeurd kan het volgende statement worden ingevoerd om vervolgens te worden omgezet (naar machinetaal) en uitgevoerd. Het vertalen van een BASIC-programma op deze wijze gebeurt door een *interpreter*.

BASIC is een regel-georiënteerde programmeertaal. Elk BASIC-statement moet worden ingevoerd in de vorm van een opdrachtregel.

Een opdrachtregel bestaat uit 3 delen:

1. regelnummer;
2. statement;
3. einde aanduiding.

Voorbeeld:

```

                                10 PRINT 50 (rt)
a)regelnummer-----^^  ^  ^  ^  ^
b)spatie-----|  |  |  |  |
c)statement-----|  |  |  |
b)spatie-----|  |  |
d)getal-----|  |
e)einde aanduiding-----|

```

- a. Een statement dient altijd te worden vooraf gegaan door een regelnummer. Dit nummer moet tenminste uit een cijfer (1) bestaan. Het laagst toegestane regelnummer is daarom dan ook 1. Bovendien moet het regelnummer altijd een heel getal groter dan nul zijn. Het hoogste regelnummer hangt af van de gebruikte computer. In de praktijk ligt deze waarde rond de 60.000 regelnummers, hetgeen voor de meeste toepassingen ruim voldoende is. De achtereenvolgende statements moeten in oplopende volgorde van regelnummer worden aangeboden.

- b. Het gebruik van de spatie is volkomen vrij; althans tussen regelnummer en statement, tussen statement en de rest die volgt. Wat dus NIET mag is b.v. PR INT of PRI NT. De statements dienen aaneengesloten te worden geschreven. De spaties dienen hier alleen maar om de leesbaarheid te verhogen.
- c. De statement geeft aan welke opdracht moet worden uitgevoerd. In het gegeven voorbeeld moet er iets worden afgedrukt. Het tweede deel van de statement geeft aan wat er moet worden afgedrukt. In het voorbeeld wordt het getal 50 afgedrukt (d).
- e. Met (rt) wordt de RETURN-toets op het toetsenbord bedoeld. De benaming van die toets verschilt weer van computer tot computer. Bij de IBM personal computer heet die toets de ENTER-toets. Deze wordt op de toets door het symbool <---: aangeduid. Het effect van het drukken op die toets is dat de ingetikte regel naar de computer wordt verzonden. Aldaar wordt het statement geïnterpreteerd, vertaald en gecontroleerd op eventuele syntax-fouten. Onder syntax wordt in het algemeen de grammaticale regels van de programmeertaal verstaan.

Wordt er een syntax-fout geconstateerd, dan zal de computer reageren met b.v.: SYNTAX ERROR.

Dit betekent dan dat er een statement foutief is geschreven. Wanneer 10 KRINT 50 i.p.v. 10 PRINT 50 is ingevoerd dan zal de *syntax error* volgen. Vaak wordt daarbij dan ook het regelnummer waar de syntax-fout staat opgegeven. In het gegeven voorbeeld zal de foutmelding als volgt luiden:

"SYNTAX ERROR AT LINE 10"

Kortom: een BASIC-programma bestaat uit statements. Elk statement moet beginnen met een regelnummer. Een programma zal in oplopende regelnummervolgorde worden uitgevoerd, tenzij anders is aangegeven door een sprongopdracht.

Zonder op dit moment in te gaan op de betekenis van de verschillende statements, volgt hieronder een BASIC-programma.

Voorbeeld:

```

10 REM PRODUCTBEREKENING
20 INPUT G1
30 F=G1 * G2
40 PRINT F
50 END

```

Het valt hier direct op dat de regelnummers oplopend met 10 zijn genummerd. In de praktijk is het zinvol om op deze manier te nummeren, omdat het dan nog mogelijk is een of meer regels tussen te voegen. Wanneer de regels zijn genummerd met 1, 2, 3, 4 enz. is het niet meer mogelijk om een regel tussen te

---

voegen, omdat er geen regelnummer meer beschikbaar is.

Wanneer nu blijkt dat na het intikken van de programmaregels tussen de regels 20 en 30 nog een opdrachtregel moet worden toegevoegd, dan kan dit zonder probleem gebeuren. De nummers 21 t/m 29 zijn vrij. Dus: 25 INPUT G2

Het volledige programma wordt dan:

```
10 REM PRODUCTBEREKENING
20 INPUT G1
25 INPUT G2
30 P=G1 * G2
40 PRINT P
50 END
```

Het is niet noodzakelijk om alle programmaregels in opklimmende volgorde in te tikken. Nadat alle programmaregels zijn aangeboden, worden deze door de interpreter in opklimmende volgorde van regelnummering gesorteerd en in die volgorde worden de opdrachtregels uitgevoerd.

Tijdens het intikken van een programma wordt door de computer nog geen enkel statement uitgevoerd. De computer leest hetgeen er wordt aangeboden en slaat alles op in het geheugen.

De eigenlijke programmauitvoering begint pas wanneer het commando RUN wordt ingetikt, gevolgd door een keer drukken op de RETURN-toets.

(Wordt vervolgd.)

# Belichting bij TV-opname

L. V. Bahen  
(Vervolg van blz. 305.)

## De schaduwen

Zuiver theoretisch gezien is het licht dat op een voorwerp valt, een even doelmatig hulpmiddel als de schaduwen, die immers niets anders zijn dan een ontbreken van licht.

Wanneer over schaduwen bij de TV-belichting wordt gesproken, dan wordt daarmee niet de afwezigheid van licht bedoeld. Waar geen licht is kan moeilijk over schaduw worden gesproken. Verder is een ieder er aan gewend dat het licht, ook al is het verstrooid licht, een zekere richting heeft. Het doet vreemd en zelfs onaangenaam aan, indien het licht in het geheel geen richting heeft. Door het volslagen ontbreken van schaduwen bij een diffuse (ver)belichting (b.v. bij uitsluitend indirecte verlichting, waarbij de ruimte dan als het ware geheel is „gevuld” met diffuus licht), is het moeilijk om de vorm van de objecten in de scène te bepalen.

Bij de opnamen moet echter een *ruimtelijk* voorwerp op een *plat* vlak worden weergegeven.

De mens ziet met twee ogen en kan daarmee afstand bepalen. Dat gebeurt door de ogen t.o.v. elkaar onder een bepaalde hoek te zetten, waarbij het object in het snijpunt komt te staan.

Aangezien bij de TV-camera slechts één oog, n.l. de lens, het object bekijkt, kan geen andere diepte worden bepaald dan door de grootte van verschillende voorwerpen ten opzichte van elkaar te schatten. Bij voorwerpen waarvan de afmetingen niet bekend zijn zal dit dan moeilijkheden opleveren.

De TV-belichting zal, evenals bij de belichting in de fotografie en film, deze afstanden een ruimtelijke werking dienen te suggereren. Dit alles nog afgezien van een bepaalde *sfeer*, welke nodig zal zijn in de scène.

Een ander voorbeeld, maar nu tegenovergesteld aan de bovengenoemde totale diffuus (ver)-belichting. Stelt u zich voor, dat alle wanden van een vertrek met zwart papier worden behangen en midden in dat vertrek hangt een enkele fitting met een naakte gloeilamp van helder glas (een nagenoeg puntvormige lichtbron).

Daar het verstrooide licht ontbreekt, zullen nu alle schaduwen zeer donker en scherp worden begrensd. Het gezicht van een persoon onder deze lamp zou, figuurlijk gesproken, uiteenvallen in verlichte (voorhoofd, neusrug, jukbeenderen enz.) en onverlichte, dus zwarte (oogholten, neusschaduw, wangen enz.) gedeelten. Het gezicht lijkt in dit geval hoekig en scherp besneden i.p.v. afgerond.

Uitsluitend *diffuus* licht of alleen *gericht* licht kan niet worden gebruikt om de juiste belichting te verkrijgen, om *vormen* aan te geven, om te „*modelleren*”. De kijker kan dus op het gevoel afgaande, bij een doelmatige belichting in de scène, uit de vorm van schaduwen en slagschaduwen de vormen van het afgebeelde op het TV-scherm in zich opnemen. Een voorwerp kan worden afgebeeld, waarin de vormen alleen door de lichten worden uitgedrukt. Tekeningen in witte of lichte pasteltinten op donker of zwart papier en wit-krijt tekeningen op het zwarte schoolbord kunnen alleen met de lichten de vormen van een voorwerp weergeven. Omgekeerd kan ook de vorm van hetzelfde object met behulp van alleen de *eigen schaduw* worden weergegeven. Het uiteindelijke beeld van de camera is een technisch volmaakte weergave van beide technieken (licht – schaduw), met daarbij nog een weergave van de eigen kleuren van het voorwerp, vertaald door de opneembuis in *toonwaarden van zwart tot wit*.

#### *Harde en zachte schaduwen*

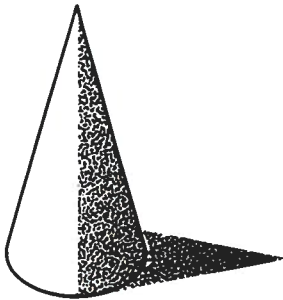


fig. 20a.

Wordt een kegel van opzij belicht door een puntvormige lichtbron, dan zal de ene helft sterk verlicht, de andere helft donker blijven. De grens tussen licht en schaduw zal scherp worden afgetekend, zoals in fig. 20a. De ronding van de kegel is slecht zichtbaar. Hetzelfde beeld kan worden verkregen bij een pyramidevormig voorwerp met de schuine zijde als grens tussen licht en schaduw.

De schaduw op de kegel, de *eigen schaduw*, en de schaduw van de kegel op het grondvlak, de *slagschaduw*, zijn bij deze belichting met gericht licht scherp, dus zonder overgang. In fig. 20b. is dezelfde kegel belicht te zien door een lichtbron met groter oppervlak, b.v. een lamp met een gematteerde of melkglazen ballon.

De grens tussen licht en schaduw wordt veel breder. Deze schaduw met vervloeiende rand wordt een *zachte schaduw* genoemd. De ronding van de kegel is nu duidelijk te zien, terwijl de slagschaduw ook zachter is geworden.

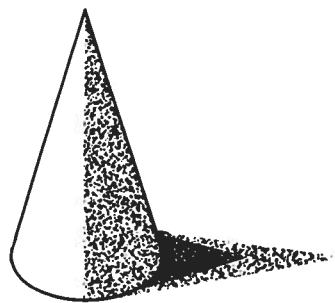


fig. 20b.



Een rand wordt herkend welke nog wel wat licht van de lamp opvangt; deze rand wordt de *halfschaduw* genoemd en het middelste donkere gedeelte de *kernschaduw*.

Evenals van harde en zachte schaduwen, wordt ook van hard en zacht licht gesproken. Dat heeft dus niets te maken met de sterkte van het licht.

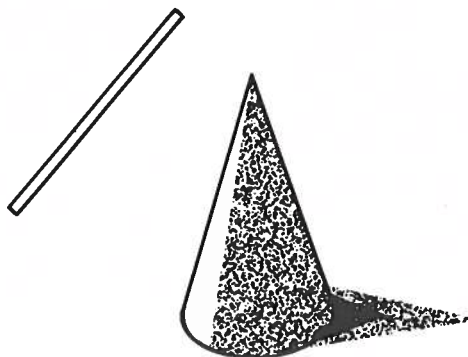


fig. 20c.

Het licht kan nog zachter worden gemaakt door een *diffusiescherm* van papier, zijde of matglas voor de lichtbron aan te brengen; dan wordt hetzelfde belichtingseffect verkregen als van een grote lichtbron. Het gehele scherm doet dan dienst als een grote, zij het zwakkere lichtbron. Hiermede worden zachtere schaduwen bereikt (fig. 20c); de grens wordt breder.

*Verband tussen camera standpunt en licht-schaduw positie*

Bij het belichtingsvoorbeeld van de kegel kan:

- a. de plaats van de lichtbron veranderen;
- b. de positie van de camera veranderen.

Wordt de lamp recht voor de kegel geplaatst zodanig dat het licht uit dezelfde richting komt als van waaruit de camera het shot maakt, dan wordt de kegel *vlak* belicht; dan wordt geen schaduw gezien en dus geen ronding (fig. 21a.), terwijl ook de slagschaduw voor de camera verborgen blijft. Betreft het b.v. een witte kegel met een witte achtergrond, dan is het moeilijk om de vorm van de kegel te herkennen.

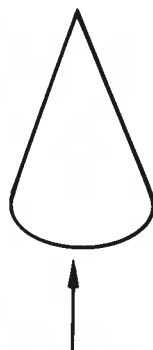


fig. 21a.

Met deze *vlakke* belichting worden alleen

de omtrekken aangegeven, het modelleert niet. Wordt de lamp nu tussen de twee genoemde standen in geplaatst, dan zal het schaduwgedeelte op de kegel smaller worden, de slagschaduw loopt nu schuin van ons af (fig. 21b.).

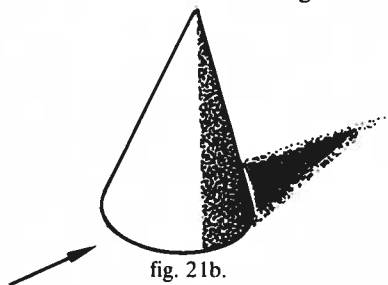


fig. 21b.

Wordt de lamp schuin achter de kegel geplaatst (fig. 21c.), dan zal er slechts een smalle rand licht op de kegel zichtbaar blijven, en de slagschaduw zal dan schuin op ons toe lopen. Door de lamp (op dezelfde plaats) hoger of lager te plaatsen kan de slagschaduw langer of korter worden gemaakt.

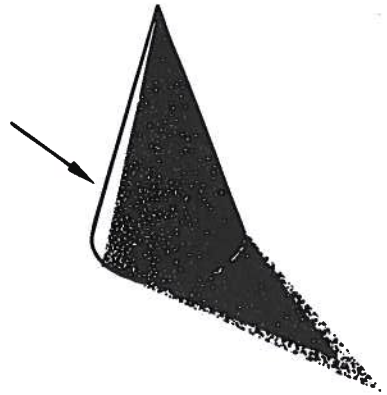


fig. 21c.

- L = lichtbron
- A = eigen schaduw
- B = half- of bijschaduw
- C = kernschaduw
- B + C = slagschaduw

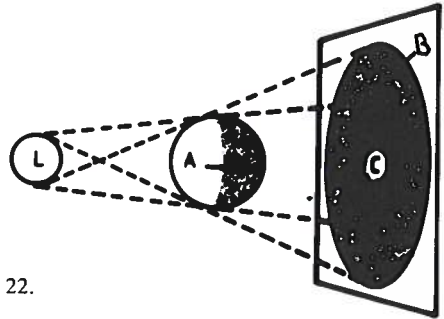


fig. 22.

De schaduw is afhankelijk van de grootte van de lichtbron en het object (fig. 22.) en wordt gekarakteriseerd door de vorm, de contourscherpte en de helderheid t.o.v. het verlichte gedeelte, of t.o.v. de achtergrond, de ondergrond of andere schaduwpartijen.

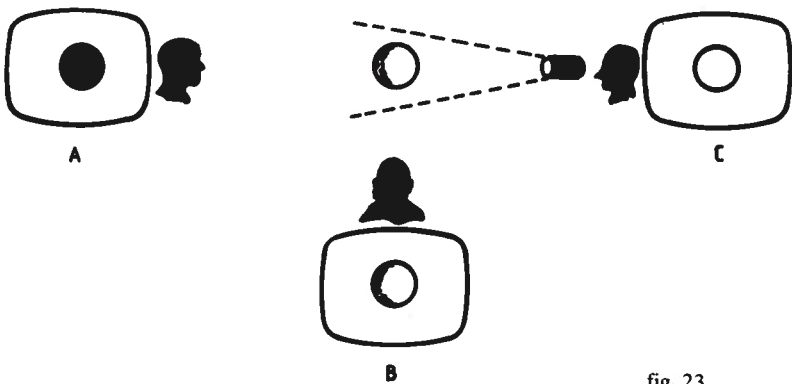


fig. 23.

Indien een bal door één lamp wordt belicht en van drie verschillende standpunten bekeken (fig. 23.), dan lijkt deze bal vanuit positie: A. een zwarte schijf, B. een rond voorwerp, C. een witte schijf.

Hetzelfde effect wordt uiteraard ook verkregen als het standpunt niet wordt gewijzigd, maar de belichtingsrichting verandert. De schaduw vormt een integrerend en belangrijk deel van het object en kan een vorm *accentueren*, maar ook min of meer *eliminieren*; zij is meestal belangrijk bij de esthetische opbouw van het beeld, en kan zelfs een zelfstandige beeldende functie hebben.

### Lichteenheden

Om metingen te verrichten op het gebied van licht en verlichting, de z.g. fotometrie, is het allereerst noodzakelijk te beschikken over diverse eenheden, die bij onderlinge internationale afspraken zijn vastgelegd: de z.g. *standaards*. Aangezien het hier gaat om grootheden die door het menselijk oog moeten worden waargenomen, moet de ooggevoeligheid daarin zijn verdisconteerd.

#### Lichtsterkte (I)

Als eenheid van lichtsterkte is internationaal aanvaard: de „*nieuwe kaars*”. Deze eenheid is als volgt gedefinieerd:

„*Een oppervlak van 1 cm<sup>2</sup> van een zwart lichaam dat zich op smelttemperatuur van platina bevindt, heeft een lichtsterkte van 60 candéla*”.

Deze lichtsterkte is te groot om als standaard te worden gehanteerd; daarom is het zestigste deel gekozen voor de eenheid „*nieuwe kaars*” of „*candéla*”.

#### Lichtstroom (Φ)

Om te weten hoeveel zichtbaar licht door een lichtbron wordt uitgestraald, is het begrip *lichtstroom* ingevoerd. De eenheid van lichtstroom is de *Lumen*. De definitie hiervan is als volgt:

„*Een Lumen wordt door een (puntvormige) lichtbron uitgestraald in een ruimtehoek van één steradiaal, wanneer de lichtsterkte van de lichtbron in alle richtingen gelijk is aan 1 candéla*”.

Dit is als volgt voor te stellen: Om een puntvormige lichtbron A, die in alle richtingen een lichtsterkte heeft van 1 candéla, denkt men zich een straal van 1 m, die de lichtbron tot middelpunt heeft.

Op die bol is afgetekend een rond oppervlak van 1 m<sup>2</sup>. De lichtbron zendt naar alle zijden een lichtstroom uit, die de binnenkant van de bol verlicht. De lichtstroom die op een gedeelte van de bolbinnenzijde ter grootte van één vierkante meter valt, is één *Lumen* groot.

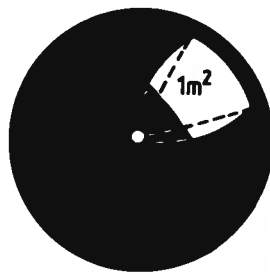


fig. 24.

### Verlichtingssterkte (E)

Wanneer een oppervlak wordt getroffen door een lichtstroom, dan ontvangt het een bepaalde *verlichtingssterkte*, d.w.z. een zekere *lichtstroom per oppervlakte* van het getroffen voorwerp. De eenheid van verlichtingssterkte is de *Lux*.

„Wanneer de lichtstroom van 1 Lumen op een oppervlak van  $1 \text{ m}^2$  valt, dan ontvangt het oppervlak een verlichtingssterkte van 1 Lux”.

In Engels sprekende landen wordt de *footcandle* (fc) gebruikt. Deze is gelijk aan 1 Lumen per vierkante voet. De footcandle is gelijk aan 10,76 Lux.

„De verlichtingssterkte is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tot de lichtbron”.

Een praktisch voorbeeld hiervan wordt gegeven in fig. 25. Een lichtbron verlicht het vlak A van  $1 \text{ m}^2$ , dat op 1 meter afstand van deze lichtbron staat opgesteld. Dit vlak ontvangt een lichtstroom van 1 Lumen en wordt verlicht met een sterkte van 1 Lux. Het vlak B staat een meter verder opgesteld; de lichtstroom wordt nu verdeeld over een vlak van  $4 \text{ m}^2$ . De verlichtingssterkte van dat grotere vlak zal kleiner worden, en wel een vierde gedeelte van de verlichtingssterkte van vlak A.

Een vlak, geplaatst op een vier maal grotere afstand, zou een  $4 \times 4 = 16$  maal kleinere verlichtingssterkte geven.

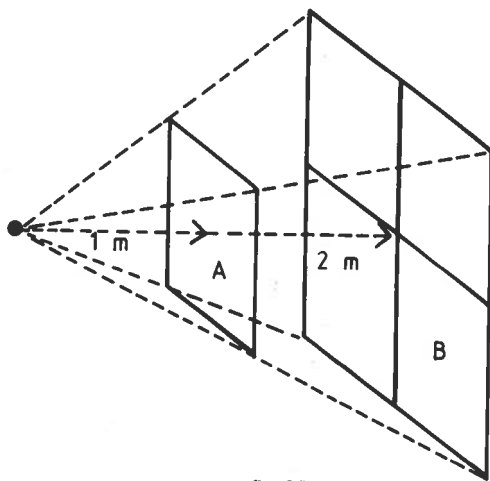


fig. 25.

(Wordt vervolgd.)

# Verbindingswegen

Samengesteld door ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 312.)

## **Straalverbindingsnetten**

### *Wat is een straalverbinding*

Een straalverbinding is een gerichte radioverbinding tussen twee vaste punten, waarmee draadloos informatie kan worden overgebracht. De straalverbinding wordt dan ook in hoofdzaak voor communicatiedoeleinden gebruikt. De radiogolven van een straalverbinding bewegen zich voort in een scherp gerichte bundel.

De radiogolven van een omroepzender bewegen zich ook rechtlijnig, doch naar alle richtingen gelijktijdig voort.

De eerste is te vergelijken met een lichtbundel uit een schijnwerper, de tweede met een gloeilamp zonder reflector.

### *Waarom straalverbindingen*

De eerste TV-uitzendingen konden niet via de telefoonkabels worden overgebracht. De coaxiale kabels waren toen voor deze breedbandige signalen nog niet beschikbaar. De enige mogelijkheid voor overdracht van studio naar de TV-zenders was een straalverbinding.

De watersnoodramp heeft er toe bijgedragen, dat naast een kabelnet ook een straalverbindingsnet is aangelegd.

### *Gedrag van straalverbindingen*

De belangrijkste motieven voor een straalverbindingsnet zijn:

- het storingsgedrag, dit verschilt belangrijk t.o.v. een kabelnet;
- de betrouwbaarheid en kwaliteit zijn groter;
- overdracht van breedbandsignalen is mogelijk.

De belangrijkste voor- en nadelen van een straalverbinding en kabel zijn:

voordelen kabelsysteem:

- sterk gescheiden transport van informatie;
- vrij ongevoelig voor invloeden van buitenaf;
- redelijk constant gedrag van de transmissieparameters.

nadelen van huidige symmetrische kabelsysteem:

- kostbare aanleg (steden, drassig terrein, etc.);

- 
- mechanisch kwetsbaar (graafmachines, bewegingen van de aardkorst);
  - kleine capaciteit aan telefoonkanalen.

voordelen straalverbindingssysteem:

- eenvoudige aanleg, ook over slecht terrein;
- principieel geschikt voor breedbandsignalen;
- bijzonder geschikt voor tijdelijke verbindingen.

nadelen straalverbindingssysteem:

- beïnvloeding door de atmosfeer;
- bouw van torens of masten noodzakelijk.

### *Opbouw van het telefonienet*

De opbouw van het telefonienet begint bij het telefoontoestel. De toestellen van de abonnees binnen een gebied met een middellijn van 3 à 4 kilometer worden aangesloten op een wijk- of eindcentrale. De verbinding bestaat uit een laagfrequente kabel van het z.g. *lokale net*.

Maximaal 10 eindcentrales worden aangesloten op 1 knooppuntcentrale via het *secundaire net*, veelal door gepupiniseerde lijnen.

Maximaal 10 knooppuntcentrales worden aangesloten op 1 districtscentrale via een symmetrische draaggolfkabel of via een straalverbinding.

Alle verbindingen zijn stervormig opgebouwd.

De verbindingen tussen de districtscentrales zijn maasvormig en worden gerealiseerd met:

- symmetrische draaggolfkabels;
- straalverbindingen;
- coaxiale draaggolfkabel.

Voor een telefoonverbinding tussen twee abonnees in verschillende districten kunnen alle hiervoor genoemde verbindingsmogelijkheden voorkomen.

De straalverbinding zal later worden behandeld.

### *Systeemopbouw*

De verbinding tussen een knooppuntcentrale en een districtscentrale (het primaire net), uitgevoerd als straalverbinding, is anders samengesteld dan een straalverbinding tussen twee districtscentrales (interdistrictsverkeer).

Bij de inrichting van het straalverbindingssysteem (SV-net) zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. er wordt een scheiding gemaakt tussen de districten naar grootte: de vier grote A-districten in het westen (Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht) en de overige districten (z.g. B-districten);



2. het telefoonverkeer uit drie B-districten wordt samengevoegd in een SV-knooppunt (z.g. B-centrum);
3. telefoonverkeer tussen B-centra onderling en het telefoonverkeer tussen een A-centrum en een B-centrum, wordt in gescheiden draaggolfbundels getransporteerd;
4. een dubbele routing voor het telefoonverkeer tussen de A-districten en de B-districten.

Hierdoor zal bij uitval van één SV-route 50% van de verkeersmogelijkheid blijven bestaan.

Door deze uitgangspunten zijn de volgende SV-netten ontstaan:

#### *Het Inter-A-net*

De vier A-districten in de Randstad zijn onderling verbonden via een SV-net. Het middelpunt van dit Inter-A-net is Alphen. In fig. 86 is schematisch aangegeven hoe het net is opgebouwd. In Alphen worden de straalverbindingen niet gemoduleerd of gedemoduleerd, maar doorgeschakeld. Het net is maasvormig van opbouw.

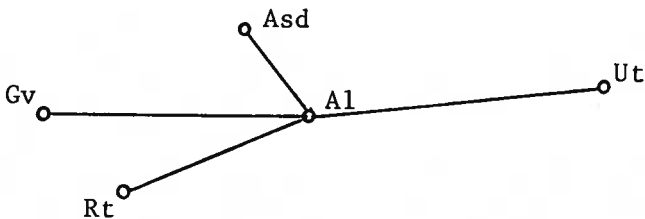


fig. 86. Inter-A-net.

#### *De Aansluitnetten*

Een aansluitnet is een SV-net dat rond een B-centrum is gesitueerd. Door middel van deze netten kan het telefoonverkeer uit nabijgelegen B-districten naar een B-centrum worden getransporteerd. Onderling verkeer tussen die B-districten rond het B-centrum wordt ook via het B-centrum afgewikkeld.

Het telefoonverkeer naar verderaf gelegen B-districten en de A-districten wordt via het B-centrum toegevoerd aan een landelijk koppelnet.

De opbouw van de aansluitnetten is stervormig. Er zijn in Nederland zes B-centra en evenzoveel aansluitnetten. De B-centra met de aansluitnetten zijn: Markelo, Megen, Mierlo, Loon op Zand, Smilde en Wormer.

Het aansluitnet Markelo is in fig. 87 schematisch weergegeven.

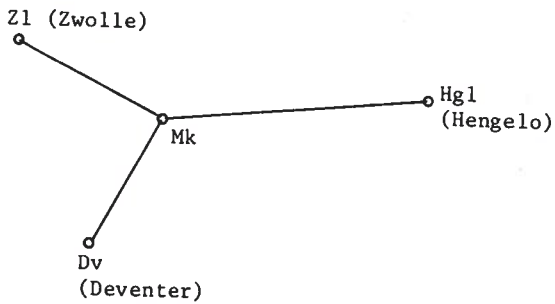


fig. 87. Aansluitnet Markelo.

### *Het Koppelnnet*

Het koppelnnet is de ruggegraat voor het telefoonverkeer tussen de vier A-districten in de Randstad en de B-districten. Verder vormt het net de verbinding voor verkeer tussen de B-districten door het gehele land. Het koppelnnet is qua geografie, maasvormig van opbouw. In fig. 88 is de opbouw van het koppelnnet schematisch weergegeven.

Alphen en Lopik zijn de sterpunten in het net; de A-centra waarop de districten in het westen zijn aangesloten.



fig. 88. Het koppelnnet (incl. relaisposten).

Met deze dubbele opbouw wordt bereikt dat de vier grote A-districten langs de twee gescheiden wegen kunnen worden bereikt vanuit de B-districten en omgekeerd. De betrouwbaarheid van het straalverbindingsnet wordt hierdoor vergroot.

### *De Verdeelnetten*

Het telefoonverkeer uit de B-districten, met bestemming een A-district, wordt via het SV-koppelnet getransporteerd naar de twee A-centra: Alphen en Lopik.

Vanuit Alphen en Lopik wordt het telefoonverkeer m.b.v. aparte SV-netten overgedragen aan het bestemde A-district. Deze verdeling van verkeer kan zowel geschieden vanuit Alphen als vanuit Lopik, via respectievelijk het „Verdeelnet Alphen” of het „Verdeelnet Lopik”.

Resumerend geldt voor telefoonverkeer tussen een A-district en een B-district: vanuit een B-district kan langs twee gescheiden wegen een A-district worden bereikt via dubbele routeringen in het koppelnet en de verdeelnetten. Fig. 89 geeft een principe-overzicht van het landelijke SV-net (zonder relaisstations).

### *Straalverbindingen tussen KC en DC*

Indien de SA-code (netnummer + abonneenummer) moet worden uitgebreid tot meer dan negen cijfers, dan zal worden overgegaan tot invoering van een verkort netnummer (0 + 2 cijfers). De knooppuntcentrale krijgt dan de status van een districtscentrale. De districtscentrale, waartoe deze knooppuntcentrale behoort, heeft dan geen schakelfunctie meer voor het telefoonverkeer van de knooppuntcentrale naar andere districten.

Er wordt een SV-knooppuntverbinding aangelegd tussen de knooppuntcentrale en de verdeel- en aansluitnetten, waardoor de knooppuntcentrale op het landelijk koppelnet is aangesloten.

### *Principieel technische eisen*

Behalve door het transportmedium worden ook, door de onderverdeling in kleinere SV-netten, eisen gesteld aan de technische uitvoering van de verschillende SV-netten. Er moet worden voldaan aan de internationale normen en voorschriften, zoals vastgelegd in CCITT- en CCIR-documenten. (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique; Comité Consultatif International des Radio communications).

De belangrijkste eisen waaraan een straalverbindingscommunicatienet moet voldoen zijn:

1. vierdraadsverkeer moet mogelijk zijn, d.w.z. tegelijkertijd zenden en ontvangen, waardoor „heen- en terug-”spreken mogelijk wordt;

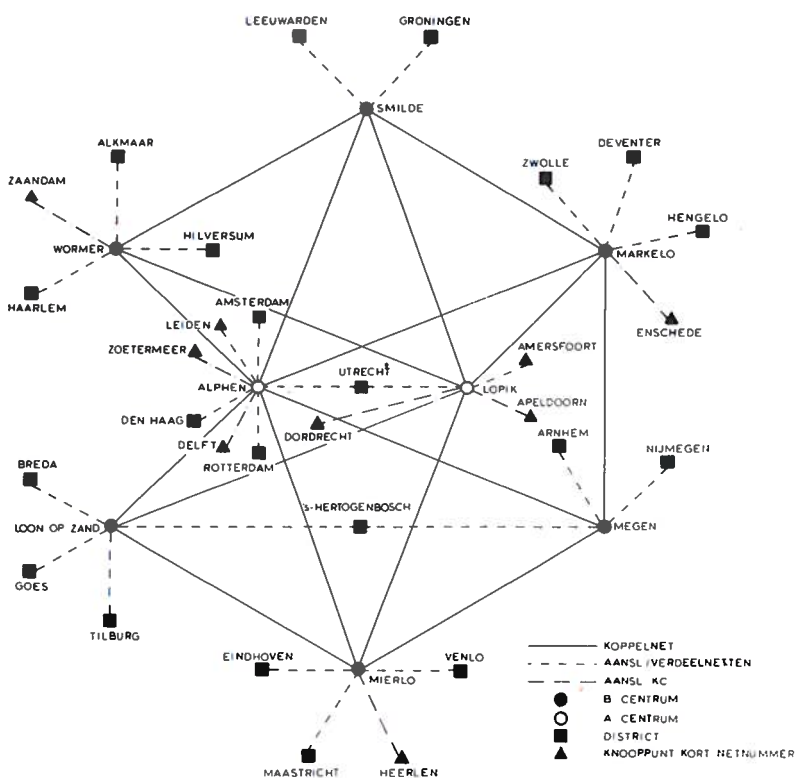


fig. 89. Landelijk SV-net zonder relaisposten.

2. er mag geen overspraak voorkomen;
3. vanuit één punt moeten meer richtingen kunnen worden bereikt;
4. verbindingen moeten over grotere afstanden realiseerbaar zijn.

Aan bovenstaande voorwaarden kan worden voldaan door straalverbindingen te realiseren met radiogolven in het golflengtegebied tussen 30 cm en 2 cm. Dit komt overeen met het frequentiegebied tussen 1 GHz en 15 GHz.

In dit frequentiegebied kunnen breedbandsignalen worden overgedragen. Het maximum aantal over te dragen telefoniekanalen is op dit moment 2700; dit beslaat een bandbreedte van ca. 25 à 30 MHz op één radiokanaal.

Een ander voordeel van dit frequentiegebied boven lagere frequentiebanden is, dat de benodigde antennes nog praktische afmetingen hebben. Radiogolven van een straalverbinding verkrijgen hun bundeling door de antennes. Naarmate het richteffect van een antenne groter wordt, nemen de antenne-afmetingen toe. In het gebruikte frequentiegebied zijn de golflengten klein; de afmetingen en de vorm van een antenne staan in evenredigheid met de golflengte, waarvoor de antenne wordt gebruikt.

Straalverbindingen zoals die in het Nederlandse communicatienet worden toegepast, zijn z.g. „vrijzichtsverbindingen”, dat wil zeggen dat de bundel zendenergie uit de zendantenne zich in rechte lijn naar de ontvangantenne voortplant. Obstakels mogen in dit „straalpad” niet voorkomen, daar anders ernstig kwaliteitsverlies optreedt. Storende objecten kunnen bestaan uit: gebouwen, masten, bomen etc.

Ook de kromming van het aardoppervlak kan een verstorende invloed hebben wanneer de zend/ontvangantennes niet voldoende hoog zijn opgesteld.

De lengte van de straalverbinding is verder afhankelijk van de toegepaste frequentie. Naarmate de frequentie hoger wordt, neemt de demping van de radiogolven door de atmosfeer toe, zodat de te overbruggen afstand kleiner wordt.

Voor frequenties tot 10 GHz ligt de toelaatbare afstand op 40 à 50 km; voor frequenties boven 10 GHz tot 15 GHz is de te overbruggen afstand ca. 25 km.

In beide gevallen is dan een goede verbinding kwaliteit gewaarborgd, zonder hulpmiddelen toe te passen.

Om te voldoen aan de eis dat verbindingen over grotere afstanden realiseerbaar zijn, worden relaisstations gebouwd. Een relaisstation bestaat in principe uit een zenderdeel en ontvangerdeel, waarvan in- en uitgang met elkaar zijn verbonden. De ontvangen hoogfrequente radiosignalen worden naar een middenfrequentie omgezet (70 MHz tot 1800 kan. en 140 MHz tot 2700 kan.) en daarna toegevoerd aan de zenderingang, zodat overdracht van de informatie naar een volgend station plaatsvindt. In fig. 90 wordt de opbouw van een straalverbinding met relaisstations gegeven.

Op het relaisstation vindt geen modulatie van het ontvangen signaal plaats naar een bandsignaal.

Een basisbandsignaal is een multiplex signaal, dat bestaat uit in frequentie gestapelde telefoonkanalen tot een maximum van 2700. Doorschakeling van signalen geschiedt in relaisstations uitsluitend op middenfrequent basis.

Niet alleen in relaisstations wordt een middenfrequentie van 70 MHz toegepast, ook in eindstations wordt deze middenfrequentie gebruikt, zowel in zender als ontvanger. Aan de zenderkant geeft een modulator een 70 MHz draaggolf af, waarop het basisbandsignaal is gemoduleerd. Daarna wordt in de zender dit middenfrequentsignaal geconverteerd naar de eindfrequentie.

Aan de ontvangerzijde vindt eerst omzetting van het ontvangen hf-signaal naar 70 MHz middenfrequent plaats; daarna volgt modulatie naar de basisband.

Deze werkwijze met een middenfrequentie wordt het *indirecte systeem* genoemd, waarbij dus zowel aan zend- als aan ontvangerzijde, een tussenstap wordt gemaakt.

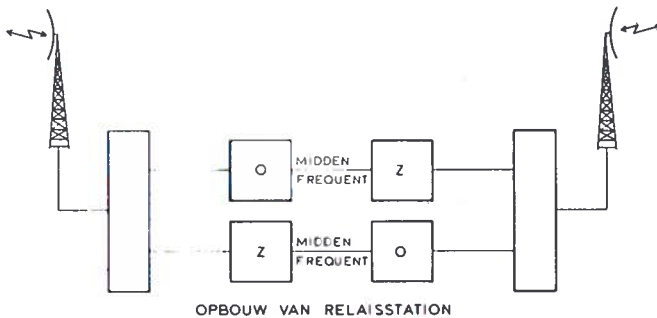
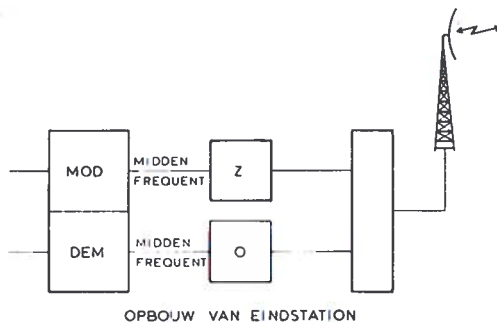
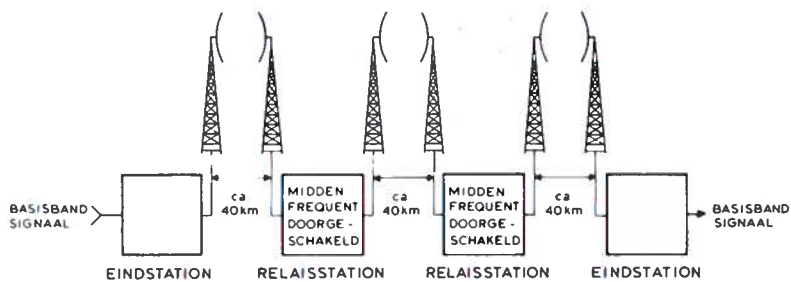


fig. 90. Straalverbinding met relaisstations.

Bij het *directe systeem* wordt in de zender de eindfrequentie direct gemoduleerd met het basisbandsignaal.

Voordeel van het toepassen van een middenfrequentie komt vooral op langere trajecten tot uiting. Zou op ieder relaisstation demodulatie en modulatie plaatsvinden, dan werd de maximaal toelaatbare hoeveelheid ruis snel overschreden. Hierdoor zou de lengte van een straalverbindingroute beperkt moeten blijven.

(Wordt vervolgd.)





Museumbezoek is minder saai dan vaak wordt beweerd: integendeel!

Wie gewend is regelmatig, individueel, musea te bezoeken zal het laatste beamen. Er zijn zoveel interessante musea in Nederland met zoveel verschillende exposities die de moeite waard zijn, dat het de redactie zinvol lijkt de lezer daar ook eens op te wijzen.

De meeste aandacht zal worden besteed aan technische musea. De selectie, alsmede alle gegevens, zijn verzorgd door ing. L. de Bruijn.

### **Museum „DE CRUQUIUS”, voormalig stoomgemaal, gem. Haarlemmermeer**

Cruquius, d.i. Nicolaas Kruik, 1678-1754, landmeter van Rijnland en schout van Spaarndam, maakte een plan voor de droogmaking van de Haarlemmermeer. Naar hem is genoemd het stoomgemaal bij Heemstede, 1849.

Cruquius diende in 1742 een plan in voor droogmaking van de Haarlemmermeer.

In het voormalig stoomgemaal van de Haarlemmermeerpolder bevindt zich de oorspronkelijke stoommachine in de ronde machinehal en daaromheen acht zuigerpompen, die door middel van balansarmen worden bewogen.

Het gemaal „De Cruquius” bezit nog een machinekamer, waaraan niets is veranderd sedert de ingebruikneming in 1849 voor het droogmalen van de Haarlemmermeer.

Het is nu precies vijftig jaar geleden dat het Koninklijk Instituut van Ingenieurs besloot het gemaal, dat in 1933 buiten gebruik werd gesteld, als technisch monument in stand te houden.

De stoommachine, waarvan de cilinder een middellijn heeft van 3 meter en 66 centimeter, bezit waarschijnlijk de grootste cilinders die ooit zijn vervaardigd. De cilinders in meervoud, want de lagedrukcilinder is concentrisch om de hogedrukcilinder geconstrueerd.

De verticale zuigerstang bracht 8 balansen in beweging, die buiten het gemaal acht pompen op en neer bewogen.

Per minuut werd zodoende 280 kubieke meter water omhooggepompt.

Het is een museum van de Haarlemmermeer, naast de algemene strekking van de droogleggingen in Nederland.

In het voormalige ketelhuis, waar na 1860 tien ketels in gebruik waren, waarvan er zes geregeld dienst deden, is nu een maquette opgesteld.

In de maquette is te zien, een Nederland dat bij springtij onder water loopt, maar ook weer wordt drooggelegd.

---

Ook valt te bewonderen een balansmachine van het gemaal van de Arkelse dam, in 1826 gebouwd door Cockerill.

De maquette van Nederland bij stormvloed, modellen van windmolens en stoomwerktuigen, oude machines, kaarten en tekeningen, laten zien hoe het lage land, dat op de zee is veroverd, door dijken wordt beschermd en met gemalen wordt drooggehouden.

In het hart van het museum bevindt zich de machinekamer, van waaruit de machtige armen naar buiten steken.

Of het gemaal ooit weer in werking zal worden gesteld, is een vraag die vermoedelijk met neen zal worden beantwoord.

Zeker niet meer met stoomkracht, daar de ketels niet meer aanwezig zijn.

Er zijn thans plannen om het met een andere energiebron mogelijk te maken.

Laatst was er een Amerikaan op bezoek, die zo enthousiast was na de bezichtiging, dat hij het hele museum wilde kopen en in stukjes en beetjes weer wilde opbouwen.

Het gemaal, dat van 1849 tot 1933 in gebruik is geweest, wordt door de Stichting „De Cruquius” in stand gehouden als technisch monument en als museum van „de strijd tegen het water”.

Het museum is toegankelijk voor rolstoelrijders en voorzien van een invalidentoilet en een invalidenlift.

De Cruquius Expo is dagelijks te bezichtigen:

in april t/m september: op werkdagen van 10.00-17.00 uur, op zon- en feestdagen van 12.00-17.00 uur.

In oktober en november: op werkdagen van 10.00-16.00 uur.

In december t/m maart, in verband met onderhoudswerk, alleen na afspraak (tel. 023-285704).

Adres: Museum „De Cruquius”, voormalig stoomgemaal, Cruquiussdijk 27, Vijfhuizen, Gem. Haarlemmermeer, tel. 023-285704.

Bereikbaar: per auto, motor of fiets. Het museum ligt aan de weg van Heemstede naar Hoofddorp, bij de brug over de Ringvaart.

Parkeren is mogelijk net voorbij het museum, naast het theehuis.

Autobushaltes Cruquius: Centraal Nederland lijn 140: Haarlem-Hoofddorp-Aalsmeer-Utrecht; lijn 143: Haarlem-Hoofddorp-Schiphol-Amsterdam.

Toegangsprijzen: Volwassenen f 2,50; Personen beneden 18 jaar en 65-plus f 1,50. Museumkaart gratis.

Kaartverkoop in het Theehuis.

Personenauto's en fietsen van bezoekers te parkeren achter het Theehuis.



## Stellingen

Promovendi aan universiteiten en hogescholen dienen hun proefschriften te doen vergezeld gaan van „stellingen” welke iets nieuws bevatten en iets toevoegen aan de wetenschap die in het proefschrift is weergegeven.

Deze „stellingen” worden in alle ernst bepaald. Men heeft echter ook de ruimte om stellingen te poneren die niets met het bestudeerde onderwerp te maken hebben.

Dergelijke stellingen kunnen ridicuul, maatschappij-kritisch en soms zelfs tegen de eigen tak van wetenschap zijn gericht. Humor is dan wel de belangrijkste drijfveer. Er moet in die stellingen evenwel iets zijn dat tot nadenken stemt; zij moeten houtsnijden.

In dit licht willen wij de lezer een selectie bieden uit „stellingen” behorende bij recent verdedigde proefschriften. Zij zijn bijeen gebracht door de heer ing. L. de Bruijn.

We tekenen hierbij aan dat publicatie van „stellingen” niet hoeft te betekenen dat de redactie van het Studieblad PTT het met de strekking eens is.

Beschouwelijk in u opnemen is toegestaan . . . lachen eveneens.

- 
- A. ten Hoopen RU Groningen  
„In een technologische snel veranderende maatschappij verdient het aanbeveling naast het gereedschap, ook kennis en vaardigheden van vorige generaties te bewaren.”
- J. G. Fokkens RU Utrecht  
„Uit een goede stelling kan men wat halen.”  
„Promoveren is vooruitzien.”
- W. Kruijer RU Utrecht  
„Elke stelling kan op de helling.”
- W. Kersing RU Utrecht  
„Het gebruik van de fopspeen verdient herwaardering.”
- H. A. Hofman RU Utrecht  
„De voorgestelde afschaffing van de meeste academische titels verdient onze instemming. Als daarvoor in de plaats komt de titel *meester*, verdient het aanbeveling dat onderwijsgevendenden ter nadere aanduiding achter hun naam mogen plaatsen: fr. (frik).”
- L. G. de Klerk RU Utrecht  
„Een positieve betalingsbalans van een land zegt niets over de mate van hulpbehoevendheid van haar inwoners.”  
„De kwaliteit van watervaste viltstiften wordt vooral bewezen op de binnenzijde van toiletdeuren in openbare gebouwen.”
- W. M. A. Verhoeven RU Utrecht  
„Inspraak zonder inzicht kan leiden tot uitspraak zonder uitzicht.”

---

L. A. M. van Dongen TH Eindhoven  
„Op grond van de huidige perspectieven op het gebied van de elektronische energie-opslag-systemen, zal de concurrentie van het conventioneel aangedreven voertuig voor de elektrische auto voorlopig wel loodzwaar blijven.”

H. Teeninga RU Groningen  
De mate waarin publieke gebouwen en objecten beklad zijn, doet vermoeden dat de uitvinder van de spuitbus-methode voor het aanbrengen van lak op automobielen zich niet van de maatschappelijke gevolgen van zijn vinding bewust geweest zijn.

H. H. van der Molen RU Groningen  
„Bij het vastmaken van uw veiligheidsgordel sluit u tevens uw goedkoopste levensverzekering.”

F. van der Graaf TH Eindhoven  
„Het is een verheugende ontwikkeling dat vele ambtenaren dreigen tot actie over te gaan.”

W. J. Schoenmaker RU Groningen  
„Het verwijderen van deuren is één manier om drempels te verlagen.”

E. W. H. Hensen RU Groningen  
„Voor wie in de toekomst nog van natuurschoon wil genieten verdient een carrière bij de landmacht ernstige overweging.”

H. T. Uytterschaut RU Groningen  
„Eén van de verschillen tussen een Belg en een Nederlander is dat de eerste (bij zijn bezoek aan een sterrenrestaurant) er heen gaat om te eten en de tweede om later te kunnen vertellen dat hij er gegeten heeft.”

# Examenvraagstukken

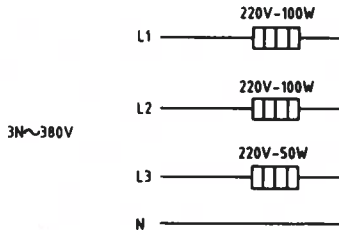
bewerkt door ing. P. A. de Boer



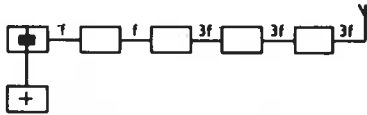
In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens MT, de RCD examens voor zendamateur C en cursusvraagstukken DKRV. De opgaven zijn gesteld volgens het meerkeuze systeem. De nummering bestaat uit het jaar van publicatie plus het nummer van de opgave (84-1, 84-2, enz.). De oplossingen vindt u op blz. 352.

84-29 Het totaal opgenomen vermogen van deze schakeling is:

- A 50 W
- B 150 W
- C 250 W
- D  $250\sqrt{3}$  W



84-30 In de onderstaande figuur is het blokschema van een zender weergegeven.



Het blokje, gemerkt met het teken + stelt het volgende voor:

- A de oscillator
- B de modulator
- C de verdrievoudiger
- D de stuurtrap

84-31 De snelheid waarmee radiogolven zich in de vrije ruimte voortplanten bedraagt circa:

- A 300.000 m/sec.
- B 340 m/sec.
- C 300.000 km/sec.
- D 300 m/sec.

---

# Oplossingen examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In dit nummer zijn enkele opgaven opgenomen van VEV- en RCD-examens, alsmede DKRV-opleidingen.

De hierna gegeven oplossingen zijn – waar nodig – van een nadere toelichting voorzien.

---

84–29 C is goed.

---

84–30 B is goed.

---

84–31 C is goed.

---

## **SPELDBANDEN**

Voor het overzichtelijk opbergen van uw Studiebladen kunt u het beste gebruikmaken van de bekende groene speldbanden, waarin één volledige jaargang past.

Deze speldbanden worden geleverd met de jaargangaanduiding 1977 t/m 1984.

De prijs bedraagt f 7,50 per band.

Bestelling: door storting op giro 4073, t.n.v. Studieblad PTT, Brede-water 16, Zoetermeer, onder vermelding van de gewenste jaargang-aanduiding.