

# STUDIËBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

Nr. 10, 38e jaargang oktober 1983

**In dit nummer:**

**Het ontwerpen van prentplaten bij de Centrale Werkplaats-PTT**

**Viditel-techniek voor de abonnee-apparatuur (3)**

**Verbindingswegen**

**Nederlandse musea**



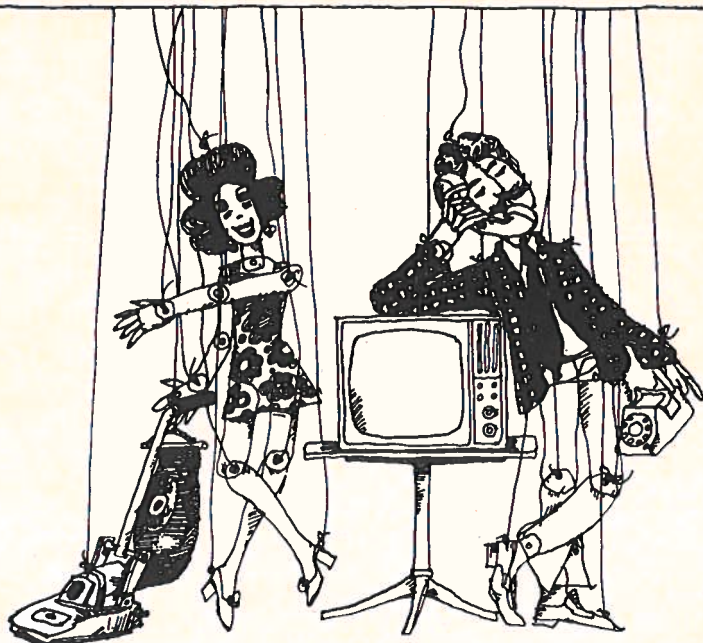
BASIC-uitbreiding voor de PC 110, zie blz. 306.

# STUDIEBLAD



technisch blad  
voor PTT personeel

uitgave AbvaKabo en CFO.  
redactie Hoofred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard.  
redactiesecr. J. P. v. d. Broek. Redactiesecretariaat H. A. Dekkinga, Distelweide 29, 2272 VP Voorburg,  
telefoon 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.  
administratie AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, telefoon 079 - 51 12 11,  
voor verzending, administratie e.d.  
abbonnement f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.  
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,  
telefoon 070 - 89 53 90.



## Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

Al meer dan 60 jaar. Lang genoeg voor veel ervaring. Genoeg ook om te weten  
wat cliënten wensen. Van eenvoudige lokale kabels tot Bamboe-kabels  
voor CATV-systemen toe.

**NKF KABEL**

# Het ontwerpen van prentplaten bij de Centrale Werkplaats-PTT

door ing. P. A. de Boer

Uitgaande van de doelstelling van het Studieblad-PTT, luidende „Het geven van technische informatie aan PTT-personeel over ontwikkelingen, technieken en methoden”, heeft de redactie gesproken met de directie van de Centrale Werkplaats-PTT.

Hierbij bleek grote bereidheid aanwezig om zodanige informatie te verstrekken dat aan een artikel over de activiteiten van de CWP gestalte kon worden gegeven.

Voor het aandragen van die informatie zijn wij de gesprekspartners van de CWP dank verschuldigd.

Als eerste publicatie zal (na een korte inleiding) het ontwerpen van prentplaten voor complete, al dan niet elektronische, schakelingen worden behandeld. Redactie

## Historie

In 1852 werd bij de intrede van de telegraaf in ons land gelijktijdig een werkplaats met een tiental instrumentmakers opgericht, voor het verrichten van herstellingen aan telegraafstoestellen.

Deze werkplaats werd, onder de naam „Herstellingswerkplaats” (HWP), op het Binnenhof te Den Haag gevestigd.

Met de groei van het telegraaf- en later van het telefoonbedrijf, groeide de werkplaats en nam de behoefte aan ruimte toe, terwijl ook de aard van het werk – niet alleen herstellingen maar ook „nieuw werk” – veranderde.

De naam Herstellingswerkplaats werd daarom in Centrale Werkplaats (CWP) omgezet en er werden in 1933, na verschillende tussenfases, een aantal ruimten in het CMZ-gebouw betrokken (vestigingsplaats: Binckhorstlaan te Den Haag).

Een voordeel van de huisvesting van de beide diensten in één gebouw waren de korte transportlijnen tussen de CWP en de CMZ R (revisie) en N (nieuw) magazijnen.

In 1971 vond, in verband met de ruimte- en transportproblemen van het CMZ, weer een splitsing plaats en verhuisde het CMZ naar Leidschendam.

De CWP kreeg daarna de beschikking over de oude CMZ-gebouwen en is hierin, na ingrijpende renovaties, tot de dag van vandaag gevestigd.

## Verdere ontwikkelingen

Van 1852 tot heden hebben tenminste vijf generaties technici hun beste krachten gegeven om het PTT-bedrijf te dienen.

Uiteraard zag elke generatie de werkomstandigheden veranderen, naar gelang

de taken en werkzaamheden van de Telegrafie en Telefonie zich uitbreidden. Bepalen wij ons nu even tot de tak TELEGRAFIE, dan valt op dat zowel de Morsetelegrafie als Hughes- en Baudotapparatuur met leesbaar schrift in het begin van de dertiger jaren concurrentie kreeg van de veel economischer werkende verreschrijver.

Opgemerkt kan worden dat technische ontwikkelingen, als hierboven aange-stipt, vrijwel altijd door particulieren werden bedacht en in vorm gebracht. De landelijke administraties (PTT-instanties) volgden dit uiteraard met veel belangstelling, maar namen zelden zelf het voortouw.

In 1935 werd de verreschrijver (telex) beschikbaar gesteld aan particulieren om via bestaande telefoonverbindingen te kunnen „telexen”.

Omdat echter de elektrische verreschrijver gelijkstroomimpulsen voortbrengt en telefoonverbindingen uitsluitend wisselstroomimpulsen kunnen transporter- en werd een „omzetter” of „overdrager” door het PTT-laboratorium (onder leiding van ir. H. Bast, de latere directeur-generaal) ontworpen. De Centrale Werkplaats heeft daarvan honderden stuks vervaardigd, zie fig. 1.

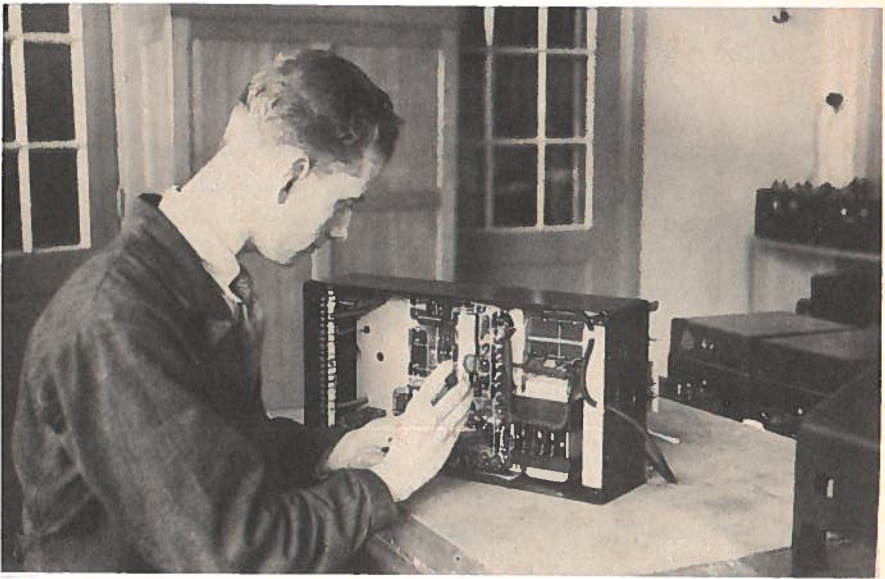


fig. 1. Keuren en afregelen van toonfrequentie-apparaten (CWP-archief, 1936).

Deze „toonfrequentie-apparaten” bevatten drie elektronenbuizen, 35 onderdelen die ruim 100 solderingen vereisten, wogen 7 kg en waren vrij fors van omvang.

In de tweede jaargang van het Studieblad (1947) lezen wij op blz. 182: „Is het

schakelen van twee toonfrequentlijnen achter elkaar in het S-H systeem mogelijk?" (S-H = SIEMENS en HALSKE).

Dergelijke artikelen kwamen regelmatig voor totdat omstreeks 1957 automatische telegraafcentrales werden geïnstalleerd. Sindsdien kiezen abonnees met behulp van het cijferklavier zelf de gewenste partner: toonfrequentapparaten werden overbodig.

Het zal duidelijk zijn dat soortgelijke ontwikkelingen als hierboven geschetst zich ook op telefoniegebied voordeden.

De bedoeling is thans echter om te wijzen op nieuwe inzichten van het bedrijf, die soms vérstrekkende gevolgen hebben.

### **Het ontwerpen van prentplaten**

Hoe wordt thans een schakeling, enigszins vergelijkbaar met b.v. het toenmalige toonfrequentapparaat dat drie elektronenbuizen bevatte, geconstrueerd? Wat zijn dan de afmetingen en het gewicht, wat zijn de kosten?

Als inleiding op het vervaardigen van de prentplaat lijkt het niet overbodig iets te vermelden over *miniaturisering*, in goed Nederlands: verkleinen van onderdelen waaruit een schakeling wordt opgebouwd.

Reeds omstreeks 1950 werd daar veel aandacht aan besteed (de transistor was al wel uitgevonden, maar nog niet in bruikbare staat gebracht).

Elektronenbuizen werden verkleind; tevens de bijpassende buisvoeten. Ook condensatoren werden kleiner, vooral de elektrolytische typen met hun soms grote waarden van honderden micro-farads.

Variabele draaicondensatoren werden ook sterk verkleind. De veel toegepaste koolweerstand werd in meerdere uitvoeringen vervaardigd; niet groter van afmetingen dan het vermógen (verhitting!) in de schakeling vereiste.

Vooraf bij het vervaardigen van radio-ontvangers werden reeds toen pertinax platen, aan één zijde voorzien van een geleidende laag, gebruikt om langs chemische weg verbindingen aan te brengen.

Onderdelen werden hier op- of ingesoldeerd, al dan niet in voorgeboorde gaatjes.

Verlaten werd de metalen chassis-opbouw uit b.v. 1927; op deze verzinkt ijzeren onderstellen werden spoelen, transformatoren, condensatoren en buizen geplaatst, terwijl de onderlinge bedrading aan de onderzijde werd aangebracht.

Philips in Hilversum en Eindhoven heeft honderdduizenden radio-ontvangers van deze constructie in de handel gebracht!

Bij het vervaardigen van enorme aantallen TV-ontvangers, versterkers enz. zochten de fabrikanten uiteraard naar de meest economische fabricagemethoden; de concurrentie was immers niet gering.

Toch is het een feit, dat het operationeel worden van de in 1948 uitgevonden transistor de werkelijke stoot heeft gegeven tot de huidige ontwikkelingen. De opkomst van geïntegreerde schakelingen was eveneens van grote invloed.

### *Moderne ontwikkelingen*

In het Studieblad-PTT werd reeds in 1975-1976 uitvoerig gepubliceerd onder de titel: „Van schema tot print”.

Het ligt thans in de bedoeling nieuwe ontwikkelingen sedertdien toe te lichten; niet om in herhalingen te treden.

De tegenwoordig gangbare benaming is prentplaat.

Kort samengevat bestaat een prentplaat uit een „drager” van epoxyglasvezel met een dikte van  $\pm 2$  mm en vervangt het aluminium chassis uit vroeger jaren.

In de drager worden nu gaten geboord waar later de aansluitdraden van de te monteren componenten worden geplaatst (zie fig. 2).

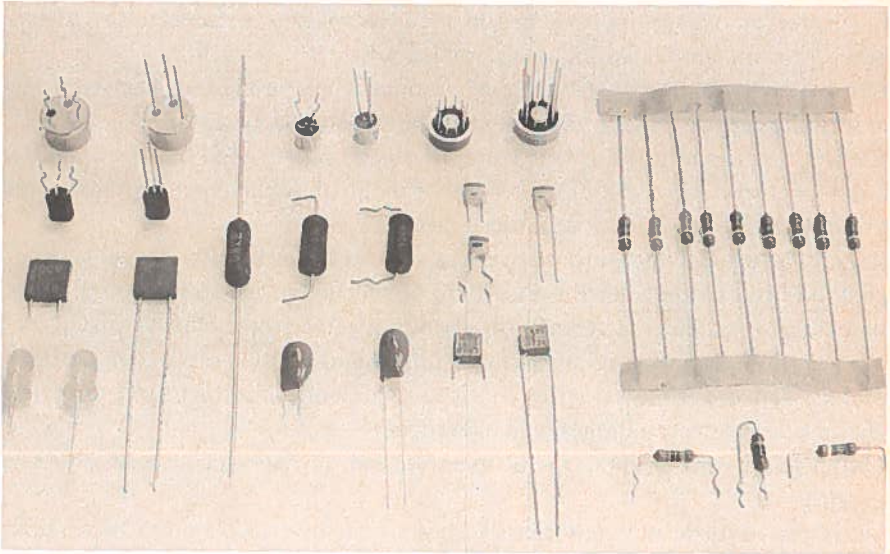


fig. 2. Onderdelen (componenten) voor prentplaatfabricage.

Het zal duidelijk zijn dat het gehele schakelschema kan worden gerealiseerd door tussen de aansluitdraden van de componenten een bedrading te spannen en deze aan elkaar te solderen.

Dit alles lijkt echter eenvoudiger dan het in werkelijkheid is.

Dat het woord prentplaat in meer dan één betekenis van toepassing is bewijst

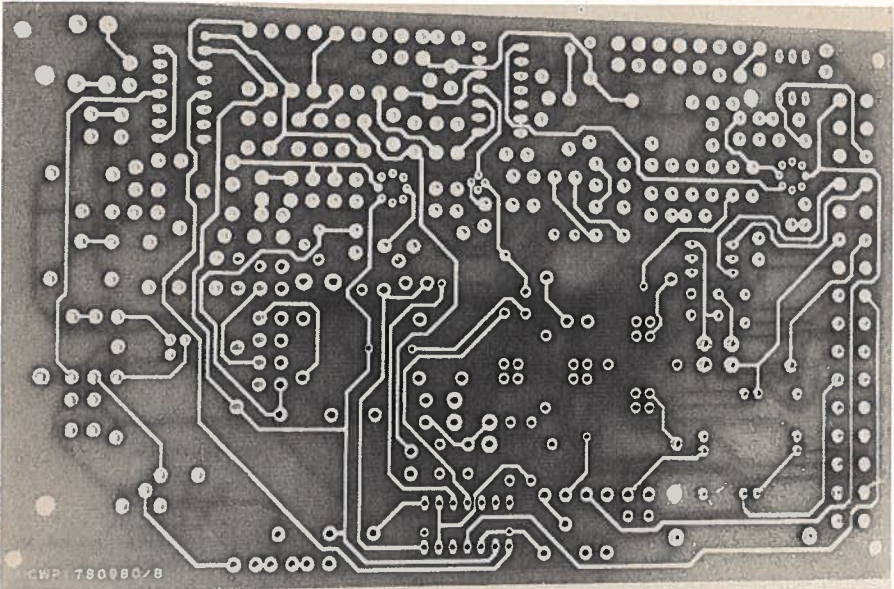


fig. 3. Prentplaat t.b.v. vorkoverdrager voor cailhoschakeling (VOC), gereed voor verdere afwerking.

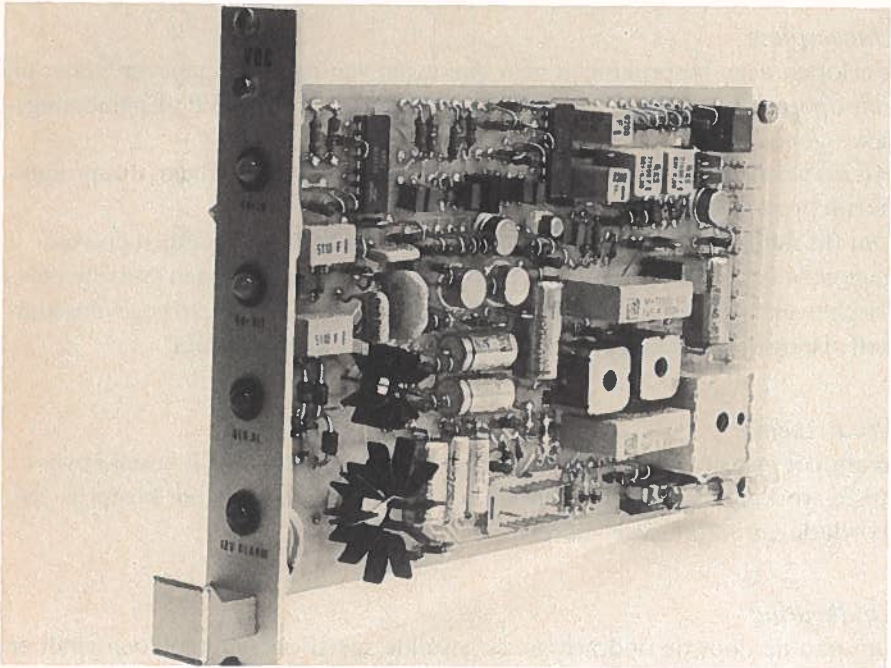


fig. 4. Vorkoverdrager voor cailhosingnaling, geheel afgewerkt met componenten.

fig. 3. Deze plaat bezit een fraai lijnenspel; tegen het licht gehouden worden ook de lijnen aan de achterzijde zichtbaar. Vóór- en achterzijde vormen samen de gehele bedrading, in dit geval een „vorkoverdrager voor cailhosignalering”, waarvan in 1978 in opdracht van de Centrale Afdeling Telefonie een aantal werden vervaardigd. Deze prentplaat werd voorzien van 155 stuks weerstanden, halfgeleiders, condensatoren enz., zie fig. 4.

Een groot gedeelte van de hedendaagse elektronische schakelingen wordt op zgn. „Eurokaarten” uitgevoerd.

Deze Eurokaarten bezitten de genormaliseerde afmetingen van  $100 \times 160$  mm of  $233,4 \times 160$  mm. Om hiertoe te komen dienen in grote lijnen 3 fasen te worden doorlopen. Allereerst de *ontwikkelingsfase*. Hierbij wordt door de (toekomstige) opdrachtgever het idee van de schakeling op papier uitgewerkt en vervolgens, uiteraard na correcties, als een „plankmodel” opgezet.

Desgewenst kan ook de CWP een „plankmodel” ontwikkelen.

Is de toekomstige opdrachtgever tevreden over het functioneren van het plankmodel en stapt hij hiermede naar de Centrale Werkplaats dan worden in een eerste bespreking alle wensen, zoals aantal, afmetingen en constructie, gewenste kosten, raming van kostprijs, levertermijn enz. besproken.

### *Ontwerpfase*

Verlopen deze besprekingen naar genoegen van de opdrachtgever, zodat hij een opdracht plaatst, dan treedt de „Ontwerpfase”, ter CWP „Engineering-fase” genoemd, in.

Hierin wordt het plankmodel vertaald naar een reproduceerbaar, dus productierijp prototype of *nulmodel*.

Om dit nulmodel te kunnen vervaardigen dienen alle tekeningen en verdere gegevens voor het boren van het gatenpatroon en aanbrengen van alle elektrische verbindingen tussen de gaten beschikbaar te zijn. Deze gegevens kunnen alsnog op verzoek van de opdrachtgever worden bijgesteld.

### *Productiefase*

Wanneer met de opdrachtgever volledige overeenstemming is bereikt over de juiste werking van het nulmodel, de onderdelen, de levertijd, kostprijs enz. wordt de „*productiefase*” bereikt.

### *Eindkeuring*

Om aan de door de opdrachtgever gestelde specificaties te voldoen vindt er een test en een eindkeuring plaats.



## Organisatie

De lezer zal hebben begrepen dat het overgaan van de ene in de andere bewerking zekere eisen stelt aan de organisatie van het geheel. Bij sterke toename van het aantal opdrachten, geplaatst bij de CWP tussen 1975 en 1980, bleek steeds meer dat de organisatie tussen de verschillende afdelingen c.q. groepen wijziging behoefde. In de praktijk bleek het nodig vrij aanzienlijke verbouwingen te realiseren, vooral ten bate van de afdeling Galvanotechnieken en Prentplaatvervaardiging.

In fig. 5 is het organisatorisch verband te zien tussen de betrokken afdelingen die met het vervaardigen van prentplaten bemoeienis hebben, en hoe het gehele fabricageproces verloopt.

Het gehele fabricageproces is uitgebeeld in 9 hokjes. De inhoud van elk van die hokjes wordt achtereenvolgens behandeld.

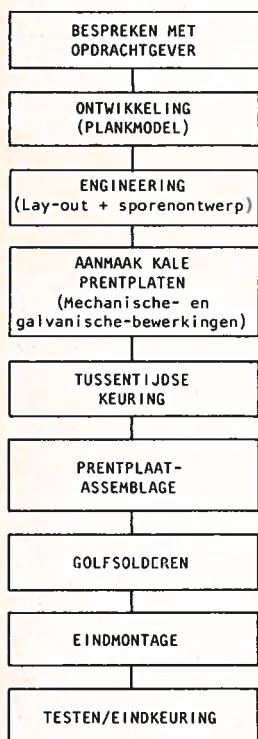


fig. 5. Fabricageproces van prentplaten bij de CWP.

*Bespreken met de opdrachtgever, zie fig. 6.*

Dit onderwerp werd reeds in het voorgaande voldoende behandeld.



fig. 6. Bespreking met de opdrachtgever.

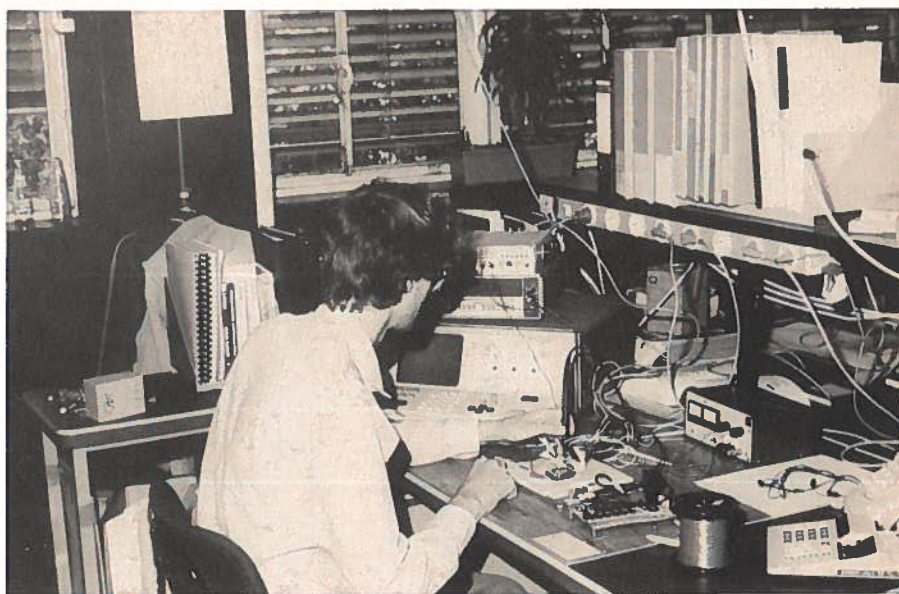


fig. 7. Ontwikkeling van plankmodel.

### *Ontwikkeling van het plankmodel*

Dit kan geschieden door de opdrachtgever of (desgewenst) door de CWP; uiteraard verstrekt de opdrachtgever dan het ontworpen schema en tevens de gehele gedachtengang, die hieraan ten grondslag ligt, zie fig. 7.

*Engineering* wil zeggen: een ontwikkeling rijp maken voor productie. Samengevat: de rangschikking op de prentplaat van alle componenten en wat reeds eerder werd omschreven „het spannen van een bedrading tussen de contactpennetjes”, zie fig. 8.



fig. 8. Engineering.

In het ontwerpproces zullen de componenten uit de componentenlijst binnen de prentplaatafmetingen zo optimaal mogelijk moeten worden geplaatst. Hierna moeten de verbindingen, zoals het schema aangeeft, tussen de componenten worden omgezet in een sporenpatroon. Vervolgens dienen de productiegegevens te worden opgeleverd in de vorm van tekeningen, ponsbanden, films e.d. Bij dit proces moet rekening worden gehouden met de kwaliteitseisen zoals PTT deze stelt (norm N 306); tevens dient rekening te worden gehouden met de meest efficiënte produktiemethode, de testbaarheid en de reparatiebaarheid. Al deze zaken hebben directe invloed op de productieprijs.

Sedert 1982 beschikt de CWP over een CAD/CAM-systeem voor het ontwerpen van prentplaten. CAD is een afkorting van Computer Added Design, dus *ontwerpen met behulp van een computer*. Zo is CAM een afkorting van Computer Added Manufacturing, ofwel *produceren met behulp van een computer*. Het gebruik van een CAD/CAM-systeem vraagt wel een geheel andere werkwijze. De gegevens van de opdrachtgever, zoals zijn schema, componentenlijst en overige eisen zullen eerst moeten worden vertaald naar voor de computer leesbaar formaat. Hierna volgt het plaatsen van de componenten. De hulp van de computer hierbij is vooral te danken aan het feit dat de prentplaat en de plaats van de componenten zichtbaar worden gemaakt op een grafisch kleurendisplay. Hierdoor wordt een enorme tijdsbesparing verkregen doordat niet steeds een nieuwe opstelling behoeft te worden ingetekend, evenals het sporenpatroon waarvoor eerst alles moet worden uitgewist.

Een wijziging in de opstelling is direct op het scherm weer te bestuderen.

De ontwerper kan zich ongestoord bezighouden met de meest gunstige plaatsing van de componenten waartegenover vroeger heel veel teken- en uitgumwerk stond. Nadat de plaatsen van de componenten zijn vastgesteld zullen de noodzakelijke elektrische verbindingen worden vastgelegd in een sporenpatroon. Dit kan ook door de computer zelf worden uitgevoerd. Het onlangs aangeschafte systeem werkt interactief d.w.z. dat zowel door de ontwerper als door de computer acties kunnen worden ondernomen.

De ontwerper kan zelf de plaats van bepaalde componenten vaststellen of dit aan de computer overlaten. Hierdoor is een optimale afstemming op de productie mogelijk.

Componentsymbolen worden éénmalig in een centrale bibliotheek ingevoerd; daarna kunnen deze symbolen verkort worden aangeroepen met behulp van het bibliotheeknummer in de componentenlijst.

Een heel groot voordeel van het CAD/CAM-systeem is het opleveren van tekeningen, nodig voor diverse productiegroepen of afdelingen.

Vroeger werd dit handmatig uitgevoerd en dat kostte relatief veel tijd en dus geld. Met dit zeer moderne systeem worden de tekeningen onder bestudering van de computer door een volautomatische penplotter uitgezet; hier komt geen mensenhand meer aan te pas.

Een complexe Eurokaart wordt compleet getekend in nog geen kwartier. Als ditzelfde met de hand zou moeten gebeuren zou men, afgezien van wachttijden bij de tekenkamer, vele uren met alles bezig zijn. Hier ligt dus een enorme kostenbesparing.

Het nieuwe systeem heeft verder nog als voordelen: een toch noodzakelijke wijziging, b.v. doordat onvoorzien het schema niet correct is, kan nu aanmerkelijk sneller en goedkoper worden uitgevoerd.

Daar het systeem zichzelf op fouten controleert is de kans op fouten in het ontwerp gering. Hierdoor worden onnodige prototypen en correcties voorkomen.

Uiteraard zijn er hoge investeringskosten; vanwege de kortere ontwerptijden worden deze echter vanzelf terugverdiend.

### *Aanmaak kale prentplaten*

Wanneer alle tekeningen en verdere benodigde lijsten en overzichten gereed zijn kan worden begonnen met het bewerken van de prentplaten. Het basismateriaal (epoxyglasvezel) is als plaat van 2 bij 1 meter in voorraad. Uit technische en economische overwegingen worden uit deze voorraad kleinere platen geknipt in afmetingen van  $29,5 \times 39,5$  cm; hieruit worden (gelijktijdig) vier prentplaten in Eurokaartformaat vervaardigd.

Een volgende stap is het samenstellen van boorpakketten, zie hoofdstuk „Boren”. Het boren van de honderden gaatjes voor bevestiging van de onderdelen geschiedt dan in één arbeidsslag. Opgemerkt wordt dat de epoxyglasvezelplaten aan beide zijden een dunne folie van roodkoper ter dikte van 17,5 micrometer bezitten.

### *Boren*

Boorpakketten bestaan uit 4 platen, namelijk twee epoxyglasvezelplaten, een onderlegplaat en een afdekplaat voor de bovenzijde van het pakket. De onderen bovenplaat zijn hulpmiddelen teneinde een optimale gatkwaliteit te bereiken.

Een van de grootste problemen bij het boren van epoxyhars is de „versmering” (smelten) van de epoxyhars aan de wanden van de geboorde gaten. Hierop wordt bij het doormetalliseringsproces teruggekomen.

Het boorpakket wordt nu spelingsvrij op de boortafel gelegd met behulp van twee stiften, welke dienen om het pakket onwrikbaar op de boormachine te spannen. Er worden in totaal 4 pakketten naast elkaar op de boortafel gelegd en in één arbeidsslag bewerkt, zie fig. 9.

De boorgegevens worden, zoals reeds beschreven, geleverd door het CAD/CAM-systeem en vervolgens ingebracht in de computer van de boormachine. De boortafel wordt bewogen met behulp van twee, door servomotoren aangedreven spindels, die de tafel horizontaal zijwaarts, alsmede naar voren en naar achteren kunnen sturen.

De boormachine heeft vier spindels die gelijktijdig werken en gelijktijdig automatisch van boordiameter wisselen. Per minuut kunnen tussen de 60 tot 350 gaatjes worden geboord. E.e.a. is afhankelijk van het boorpatroon en het aantal te gebruiken boordiameters.

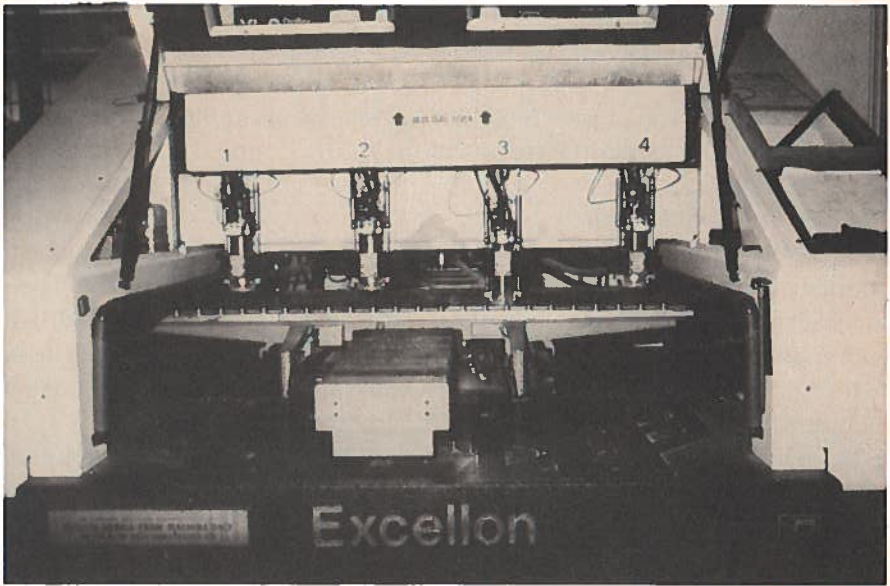


fig. 9. Boormachine met 4 spindels, computer gestuurd voor boren van gatenpatronen.

Het toerental varieert (naar gelang van de boordiameter) van 15.000 tot 60.000 omwentelingen per minuut.

De geboorde prentplaten worden na het boorproces ontbraamd door middel van een roterende borstel.

Eurokaarten bezitten gemiddeld 200 tot 600 boorgaatjes. Het gehele boorproces wordt afgewikkeld in 5 à 10 minuten.

#### *Galvanische bewerkingen*

Begonnen wordt met het aanbrengen van een koperhuidje op het gehele oppervlak, dus ook in de geboorde gaatjes ter dikte van 1 micron; dit proces wordt „doormetalliseren” genoemd. Het geschiedt in een chemisch koperbad, dus zonder toepassing van elektriciteit. Hoe dit precies in zijn werk gaat zou hier te ver voeren; de juiste samenstelling van de chemicaliën wordt door de industrie geheim gehouden.

Volgens deze methode is het ook mogelijk een koperhuidje aan te brengen op niet-geleidende voorwerpen b.v. kunststof e.d.

Hierna wordt volgens de galvanische methode een tweede koperlaag aangebracht, tot een totale dikte van 10 micron. Deze laag is dan ook aanwezig op de wanden van alle geboorde gaten. Dit om later de sporenpatronen van beide prentplaat zijden goed door te verbinden.

Het in het hoofdstuk „Boren” genoemde „versmeltingsproces” kan de contactverbinding tussen onder- en bovenzijde verhinderen.

Vervolgens wordt de prentplaat voorzien van een fotogevoelige laag bestaande uit lichtgevoelige folie over de gehele oppervlakte aan beide zijden. Door middel van een positief beeld overeenkomend met het gewenste sporenpatroon wordt nu deze folie belicht.

Dan wordt de belichte plaat ontwikkeld en gespoeld, waarna uitsluitend het sporenpatroon vrijkomt.

Na een visuele controle en zonodig correctie van onvolkomenheden wordt het sporenpatroon nogmaals „aangesterkt” tot een totale dikte van  $\pm 35$  micron koper, zie fig. 10.

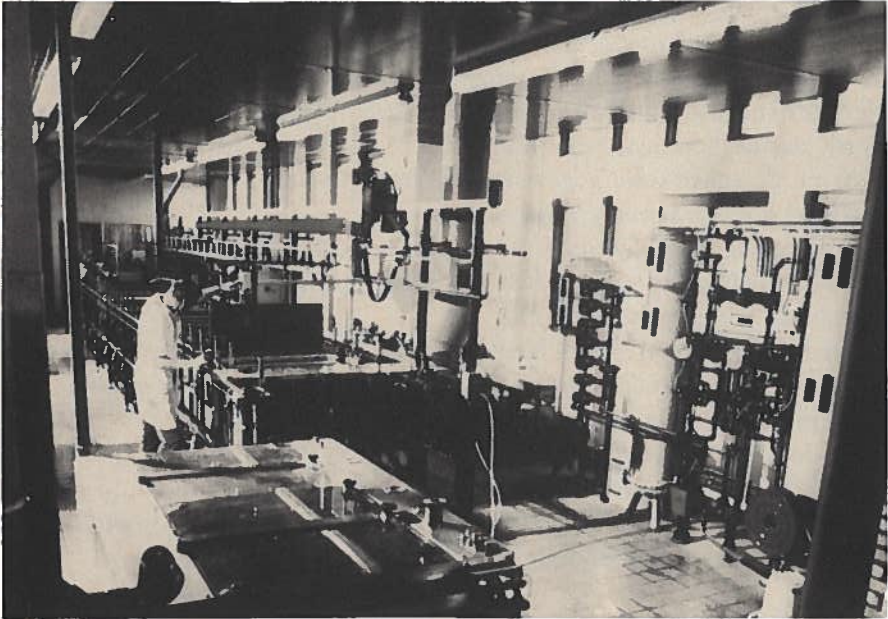


fig. 10. Prentstraat.

Het op automatische wijze chemisch en galvanisch verkoperen van prentplaten.

De volgende stap is het, via galvanische weg, aanbrengen van een lood/tin bedekking op het sporenpatroon ter dikte van 15 micron.

Na verwijdering van het restant van de filmfolie wordt de plaat geëtst, zodat uitsluitend het sporenpatroon achterblijft; de lood/tin laag dient hierbij als bescherming tegen de etsende (afbijtende) werking van de vloeistof.

Vermeld dient ook te worden dat de behandelde platen meermalen in spoelbaden worden gereinigd. In totaal ondergaat het gehele pakket 29 behandelingen.

Dit verloopt volautomatisch; de pakketten worden, hangend aan klembeugels, achtereenvolgens in een reeks baden ondergedompeld. Het totale chemische proces duurt  $\pm 90$  minuten. Daar er echter meer prentplaten tijdens het proces worden behandeld bedraagt de netto procestijd  $\pm 6$  minuten. De prentkaarten, elk bestaande uit 4 Eurokaart formaten van  $100 \times 160$  mm, worden tenslotte door een gecombineerde boor-fraismachine op juiste maat gebracht. Na een visuele inspectie door de afdeling GP gaan de platen naar de afdeling Keuring.

#### *Tussentijdse keuring van doorgemetalliseerde prentplaten*

De Galvanische Afdeling zendt de gereedgekomen prentplaten naar de Afdeling Keuring Algemeen.

Een nauwkeurig omschreven aantal platen, begeleid door een „begeleidingsblad” plus het gebruikte film waarmede het sporenpatroon is afgedrukt en dat dient als keuringsmaatstaf, wordt daar in behandeling genomen. Opgemerkt wordt dat de keuringseisen bestaan uit de standaardnormen (PTT norm N 306) en de specificatie gegevens van de prentplaat. Deze laatste worden verstrekt door de afdeling Engineering.

Op het begeleidingsblad staan alle specificaties waar de prentplaten aan moeten voldoen. O.a. het sporenpatroon zelf, breedte van de sporen, gatdiameters, dikten van koper- en tinlagen enz.

Controle op laagdikten geschiedt als steekproef (vooral in de gaten) door middel van een verticale doorsnede uit één prentplaatgedeelte, genomen uit het totale keuringsaanbod.

Na goedkeuring door de afdeling KA gaan de platen naar de afdeling prentassemblage, waar de onderdelen op de platen worden aangebracht. In afwachting van verdere verwerking aldaar, worden de prentplaten bewaard in een droogoven op een temperatuur van  $50^{\circ}\text{C}$ .

#### *Prentplaatassemblage*

Het plaatsen van onderdelen in geboorde gaatjes van  $\pm 1$  mm wordt „assembleren” genoemd. De werkzaamheden worden verricht aan een assemblage-tafel; een prentkaart kan hieraan in 40 à 45 minuten op halfautomatische wijze worden voorzien van alle benodigde onderdelen. Deze worden toegevoerd in bakjes van  $7,5 \times 9$  cm, die even onder het tafelbladniveau voortschuiven; er is altijd slechts één bakje zichtbaar. Door op een toets te drukken schuiven alle bakjes, (totaal 96 stuks), die tezamen een ketting vormen, één plaats op. Vervolgens klapt de deksel horizontaal open en zijn uitsluitend onderdelen zichtbaar die aan de beurt zijn om op hun juiste plaats te worden gelegd. Met een pincet wordt dat onderdeel opgepakt en gestoken in gaatjes die door een



boven de tafel aangebrachte lichtspot worden aangewezen. Dit is een vernuftige werkwijze, waarbij de steeds veranderende plaats voor het aanbrengen feilloos wordt aangeduid.

De lichtspot beweegt (computergestuurd) naar behoefte van links naar rechts of naar voren en achter, zie fig. 11.

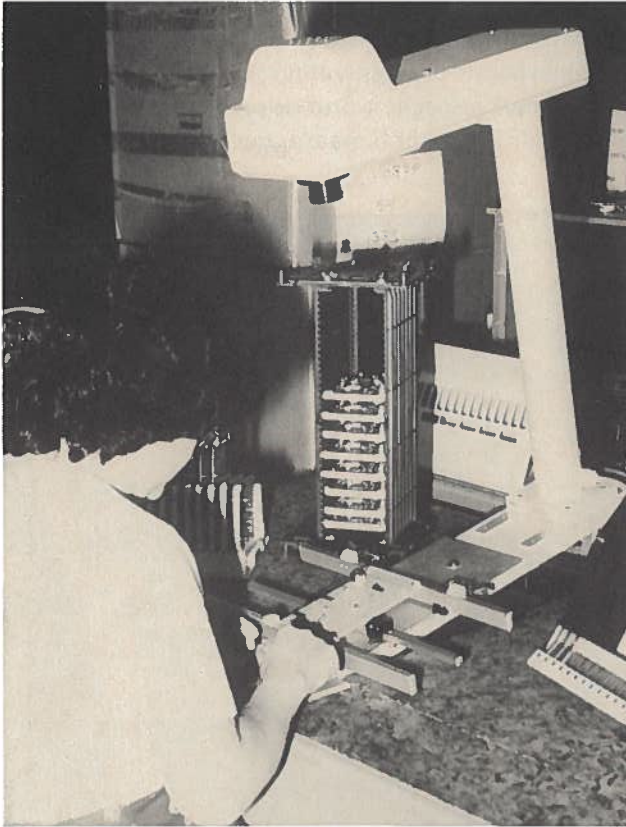


fig. 11. Assemblagetafel.

Het plaatsen van de onderdelen gebeurt met een semi-automatische assemblagetafel.

Aansluitdraden van weerstanden, condensatoren enz. dienen te worden voorbereid, d.w.z. afgeknipt en in bepaalde standen gebogen om precies in de voorbestemde gaatjes te passen. Hiertoe zijn zes, geheel instelbare knip- en buigmachines aanwezig.

Kleine onderdelen worden door fabrikanten afgeleverd, geplakt aan smalle papierstroken. In snel tempo wordt dan een gehele strook door de vooraf ingestelde machine gestuurd, zie nogmaals fig. 2.

### *Golfsolderen*

De geassembleerde prentplaten worden met grote zorg opgenomen en geklemd in een aluminium raam dat goed kan worden aangevat.

Omdat nog niet alle onderdelen onwrikbaar vastzitten moet kantelen worden voorkomen. Een raam met prentplaat wordt vervolgens aan een transportband toegevoerd en gaat dan omhoog naar het z.g. golfsoldeerbad. De onderzijde van de prentplaat strijkt over een ronding waarover vloeibaar tinsoldeer stroomt. Het tinbad heeft een temperatuur van 250°C en heeft een inhoud van 35 liter. Na een visuele inspectie wordt de prentplaat uit het aluminium raam genomen en in een droogkamer bewaard, zie fig. 12.

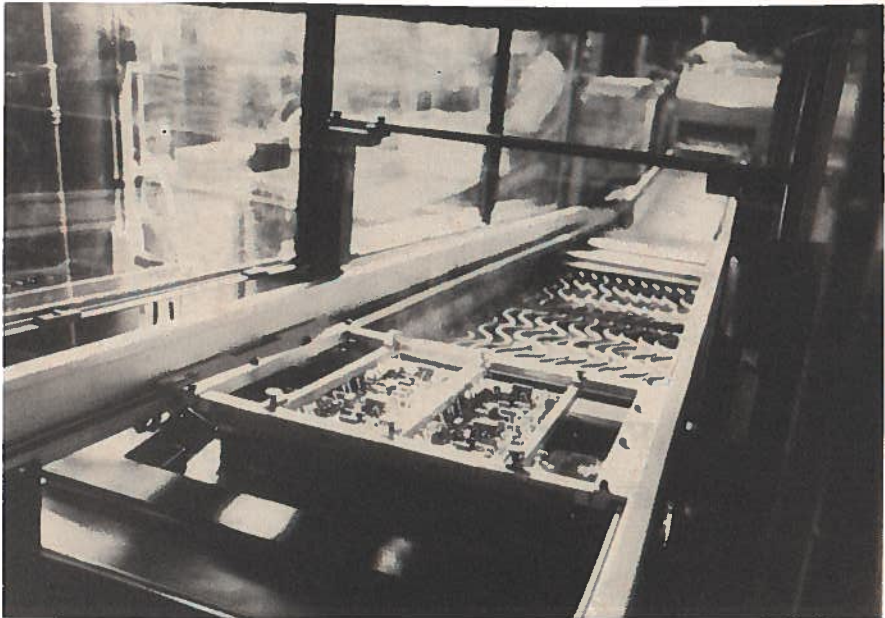


fig. 12. Golfsolderen.

De prentplaat wordt hier via een transportband toegevoerd. De onderzijde van de prentplaat strijkt over een ronding waarover vloeibaar tinsoldeer stroomt (rechts boven).

### *Eindmontage*

Hierbij worden – zo nodig – losse onderdelen aangebracht, zoals toetschakelaars, leds, frontplaatjes, koelvinnen, handgreepjes, aansluitblokjes e.d.

### *Testen/Eindkeuring*

Alvorens tot een test over te gaan vindt er een eindkeuring plaats.

Deze keuring houdt o.a. in:

- zijn alle componenten op de juiste plaats en op de juiste wijze aangebracht;
- voldoen de soldeerverbindingen aan de gestelde eisen;
- is er voldaan aan eventuele specifieke eisen van de opdrachtgever.

Nadat de keuring heeft plaats gevonden komt de eigenlijke test aan de orde.

De CWP beschikt hiervoor over een zeer modern instrumentarium.

Zo kunnen geautomatiseerde meetopstellingen worden gerealiseerd en zal er binnenkort beschikt kunnen worden over een volledig geautomatiseerde prentplaattester. Hierbij wordt de prentplaat op een pennenbed geplaatst waardoor elk punt op de prentplaat aan de sporenzijde als meetpunt bereikbaar wordt. Volgens een van te voren vastgelegd programma wordt de prentplaat getest.

Naast het functioneel testen van de prentplaat worden de componenten ook afzonderlijk getest. Een uitzondering hierop zijn de digitale componenten. Deze worden volgens een op de ingangen aangeboden datapatroon via het pennenbed overal op de prentplaat gecontroleerd op hun juiste werking.

Een soortgelijke methode wordt reeds enige jaren bij de CWP m.b.v. een testcomputer toegepast, zie fig. 13.



fig. 13. Testcomputer voor het testen van digitale componenten.

### *Opslag en transport*

Moderne technologieën en de voortdurende miniaturisatie van componenten hebben tot gevolg dat elektronische onderdelen en apparatuur steeds gevoeliger worden voor statische elektriciteit.

Gedurende het gehele productieproces wordt hier dan ook voortdurend aandacht aan besteed.

Zo vindt de opslag en het transport van prentplaten plaats in speciale laag-ohmige opbergbakken. Daarnaast wordt er bij de verwerking van onderdelen gebruik gemaakt van o.a. gearde matten en verbinden de medewerkers zich, met b.v. een polsband, met aarde.

### **Naschrift**

In het voorgaande is een beeld gegeven van de functie welke de CWP heeft bij het ontwerpen van prentplaten. Uiteraard hebben wij ons moeten beperken tot het aangeven van de hoofdlijnen in dit proces.

In een volgend artikel zal een ander aspect van de CWP worden behandeld.

Redactie

---

### **Bij de voorpagina**

Siemens levert de voor huishoudelijk gebruik bestemde Personal Computer PC 100, met de afmetingen van een portable schrijfmachine en die bij uitstek geschikt is voor studiedoelinden en stuurfuncties. Het meest interessant is echter de eenheid, waarmee de programmeertaal BASIC op effectieve wijze voor de PC 100 kan worden uitgebreid.

Wat de gebruikersprogramma's betreft, heeft Siemens een complete reeks programma's door middel van compact-cassettes toegankelijk gemaakt. Hieronder een aantal spelletjes (maanlanding, eenarmige bandiet, luciferdoosje, verovering van een ruimteschip en NIM) en wiskundige oplossingsmethoden voor Fourier-analyse van empirische functies, de Newton benadering, quadratische vergelijkingen en vergelijkingen met vijf onbekenden. Met de video-interface PC 100 VIDEO kunnen op een monitor 16 regels van elk 64 tekens zichtbaar worden gemaakt; de overdrachtssnelheid bedraagt 1200 baud.

Met een nieuwe eenheid kan het aantal instructies van de programmeertaal BASIC worden uitgebreid: invoeren en opslaan op cassette, oproep van onderprogramma's, wijziging van „Memory Size” zonder schade aan het programma, regelwijze „debugging”, veranderingen binnen een programmaregel en omzetten van hexadecimale in decimale getallen. Als geheugen voor de BASIC-uitbreiding wordt een EPROM SAb 2716 toegepast; een (Duitstalige) documentatie wordt bij de bouwsteen geleverd.

# Viditel-techniek voor de abonnee-apparatuur (3)

J. J. M. Blokland  
(Vervolg van blz. 275.)

In de voorgaande twee delen van deze artikelenreeks werd de globale werking van een eenvoudige zwart/wit Viditel-terminal toegelicht. Hierbij is uitgegaan van een Viditel-terminal met een karakterrepertoire van uitsluitend alfa-numerieke tekens. Bij Viditel wordt echter ook gebruikt gemaakt van grafische tekens en 7 verschillende kleuren.

Voor de weergave van de kleuren moet de zwart/wit (ook wel monochrome) terminal worden vervangen door een toestel dat geschikt is voor kleurenweergave. Op de techniek van de kleurenweergave wordt hier niet nader ingegaan. Wel zal in dit derde deel van deze artikelenreeks iets worden verteld over de opbouw van Viditel-beelden bestaande uit alfa-numerieke en grafische tekens en de acht mogelijke kleuren. Bovendien wordt ingegaan op zaken als: dubbele hoogte, knippen, achtergrondkleur e.d.

## Grafische beelden

Bij grafische beelden wordt het beeldscherm (net als bij alfa-numerieke karakters) verdeeld in 24 regels van elk 40 tekens.

Bij grafische tekens wordt gebruik gemaakt van de volledige  $10 \times 6$  puntmatrix. De ruimte tussen regels en karakters onderling die bij alfa-numerieke karakters nodig is om het in elkaar vloeien van de karakters onderling te voorkomen, wordt bij grafische beelden dus ook benut, zodat aaneengesloten figuren kunnen worden verkregen.

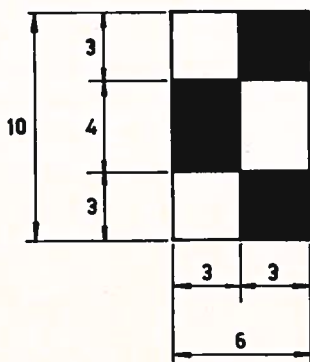


fig. 9. Opbouw van de mini-matrix in  $6 \times 10$  matrix.

De  $10 \times 6$  punt-matrix is onderverdeeld in 6 gebiedjes (4 van  $3 \times 3$  punten en 2 van  $4 \times 3$  punten) ook wel „mini-matrix” genoemd, zie fig. 9.

Alle mogelijke combinaties van de mini-matrix (64 in totaal) kunnen worden gebruikt. Uitgaande van een TV-raster van 625 lijnen is het raster van de grafische beelden dus  $6 \times$  zo grof. Dit gegeven werkt natuurlijk remmend op de grafische mogelijkheden van de Viditel-beelden. De beelden zijn duidelijk uit blokjes opgebouwd, maar er zijn met wat inzicht en routine toch goede resultaten mogelijk. Fig. 10 geeft hiervan een voorbeeld.

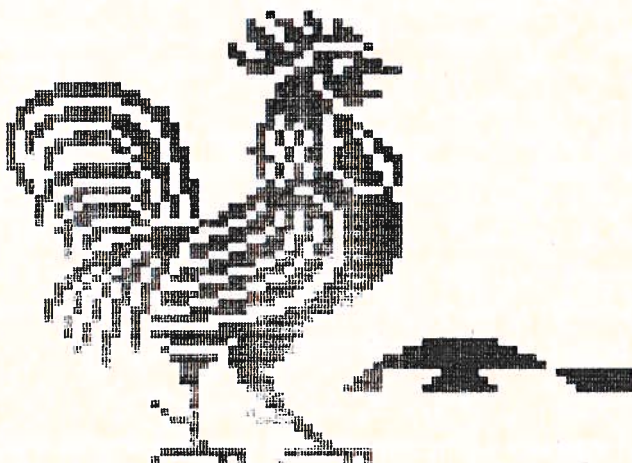


fig. 10. Voorbeeld van grafische mogelijkheden bij Viditel.

Met de toevoeging van de 64 grafische tekens ontstaat er een ruimtegebrek in de karaktergenerator van fig. 7 (Studieblad sept. 1983, blz. 271). Er zijn 128 geheugenplaatsen aanwezig en met 26 hoofd- en 26 kleine letters,  $\pm 20$  leestekens, 10 cijfers en een aantal besturingstekens zitten we al dik in de 100 bezette plaatsen. Willen we hierbij de 64 grafische tekens toevoegen dan overschrijden we het aantal van 128 tekens en wordt adressering met 8 i.p.v. 7 bits noodzakelijk. Er zijn echter nog veel meer manieren (modes) waarop de karakters op het beeldscherm worden geprojecteerd, zoals:

- gescheiden grafisch;
- grafisch houdend;
- knipperend;
- dubbele hoogte;
- verborgen informatie;
- kleuren (7 stuks);
- achtergrondkleur.

Zonder aangepaste besturing in de decoder zou een zeer omvangrijke karaktergenerator nodig zijn; daarom is naar een andere oplossing gezocht.

### **Display-attributen**

Om de terminal te vertellen in welke mode de karakters op het beeldscherm moeten worden geprojecteerd, wordt gebruik gemaakt van z.g. „*display-attributen*”.

Een display-attribuut is een combinatie van 7 bits enen en nullen welke ook wordt gebruikt voor alfa-numerieke karakters. Om aan te geven dat een combinatie de functie display-attribuut heeft, wordt vooraf een z.g. *escape-teken* gestuurd (escape = ontsnappen).

Het eerst ontvangen teken ná een escape-teken wordt door de decoder als een display-attribuut geïnterpreteerd. Alle volgende ontvangen tekens zullen dan in de door het display-attribuut aangegeven mode op het beeldscherm worden geprojecteerd.

Het escape-teken is een unieke combinatie welke niet voor een ander doel dan hiervoor omschreven kan worden gebruikt. Het escape-teken veroorzaakt geen spatie op het beeld in tegenstelling tot de display-attributen die wel voor een spatie in het beeld verantwoordelijk zijn.

### **Toegepaste codering**

Voor we nu verdergaan met de beschrijving van de gebruikte combinaties van 7 bits, is het wenselijk eerst even iets te vertellen over de organisatie van de Viditel-codetabel.

Fig. 11 geeft deze codetabel. Opgemerkt moet worden dat deze afwijkt van de teletekst-codetabel.

De codetabel bestaat uit 8 kolommen van elk 16 karakters:

- de kolommen 0 en 1 vormen de besturingskarakters (control character set C0). Deze set is niet opgenomen in de teletekst-codetabel;
- de kolommen 2, 3, 4, 5, 6 en 7 vormen de normale alfa-numerieke karakters (character set G0);
- de kolommen 2a, 3a, 6a en 7a vormen de grafische karakters (graphics character set L);
- de kolommen 4b en 5b vormen de display-attribuut besturingscodes (display-attribute controle codes set C1). Deze codes worden voorafgegaan door een escape-karakter. Bij Teletekst bevindt de C1 set zich in de kolommen 0 en 1.

bits								b <sub>7</sub> b <sub>6</sub> b <sub>5</sub>		0 0 0		0 0 1		0 1 0		0 1 1		1 0 0		1 0 1		1 1 0		1 1 1	
b <sub>7</sub>	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>		kolom	regel	0	1	2	2a	3	3a	4	4b	5	5b	6	6a	7	7a		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	DLE Δ	␣	␣	0	␣	Q		P		·	␣	p	␣		
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	SOH Δ	Cursor on	!	␣	1	␣	A	Alpha rood	Q	Grafisch rood	a	␣	q	␣		
0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	STX Δ	DC 2 Δ	"	␣	2	␣	B	" groen	R	" groen	b	␣	r	␣		
0	0	0	1	1	0	0	0	3	3	ETX Δ	DC 3 Δ	£	␣	3	␣	C	" geel	S	" geel	c	␣	s	␣		
0	1	0	0	0	0	0	0	4	4	EOT Δ	Cursor off	\$	␣	4	␣	D	" blauw	T	" blauw	d	␣	t	␣		
0	1	0	1	0	0	0	0	5	5	ENQ Δ	NAK Δ	%	␣	5	␣	E	" magenta	U	" magenta	e	␣	u	␣		
0	1	1	0	0	0	0	0	6	6	ACK Δ	SYN Δ	&	␣	6	␣	F	" cyaan	V	" cyaan	f	␣	v	␣		
0	1	1	1	0	0	0	0	7	7	BEL Δ	ETB Δ	'	␣	7	␣	G	" wit	W	" wit	g	␣	w	␣		
1	0	0	0	0	0	0	0	8	8	Cursor←BS	CAN	(	␣	8	␣	H	Flashing	X	Concealed Display	h	␣	x	␣		
1	0	0	1	0	0	0	0	9	9	Cursor→HT	EM Δ	)	␣	9	␣	I	Steady	Y	Grafisch aaneengesl.	i	␣	y	␣		
1	0	1	0	0	0	0	0	10	10	Cursor↓LF	SUB Δ	*	␣	:	␣	J	End Box	Z	Gescheiden grafisch	j	␣	z	␣		
1	0	1	1	0	0	0	0	11	11	Cursor↑VT	ESC	+	␣	:	␣	K	Start Box	←		k	␣	%	␣		
1	1	0	0	0	0	0	0	12	12	Cursor home & Clear FF	SS 2 Δ	,	␣	<	␣	L	Normale hoogte	\	Zwarte achtergrond	l	␣		␣		
1	1	0	1	0	0	0	0	13	13	Cursor←CR	SS 3 Δ	-	␣	-	␣	M	Dubbele hoogte	→	Nieuwe achtergrond	m	␣	¥	␣		
1	1	1	0	0	0	0	0	14	14	SO Δ	Cursor home RS	.	␣	>	␣	N		↑	Grafisch houdend Release	n	␣	÷	␣		
1	1	1	1	0	0	0	0	15	15	SI Δ	US Δ	/	␣	?	␣	O		␣	grafisch	o	␣	␣	␣		

fig. 11. Viditel-codetabel.

**Opmerkingen bij fig. 11:**

- I. Tekens 5/15 is het afsluitteken van gebruikersopdrachten. De grafische representatie van 5/15 wordt vrijgelaten. Aanbevolen wordt de representatie „␣” conform de aanduiding op de afstandsbediening. Terminals van Duitse (Bildschirmtext) origine zullen veelal het laag liggend streepje „—” als grafische representatie voor 5/15 bezitten. Ook deze representatie wordt geaccepteerd.
- II. Tussen viewdata-toestellen afkomstig uit Engeland en Duitsland bestaan enige verschillen in teken-repertoire. De lege posities in de codetabel zijn voor Viditel in principe niet gedefinieerd. In punt III staat de Engelse en Duitse interpretatie vermeld. Er wordt momenteel hard gewerkt aan een nieuwe CEPT-standaard voor Videotekst-terminals, waarbij deze verschillen worden ondervangen.

III. Codepositie	Grafische representatie	
	Engels	Duits
2/0	spatie	spatie
2/3	£	␣
2/4	\$	\$
4/0	@	§
5/11	←	Ä
5/12	1/2	ö
5/13	→	ü
5/14	↑	^
5/15	␣	—
6/0	-	0
7/11	1/4	ä
7/12		ø
7/13	3/4	u
7/14	÷	ß



Uit het voorgaande blijkt dat bij Teletekst geen gebruik wordt gemaakt van de besturingscodes, dus ook niet van het escape-teken. Door de display-attributen in de vrijgekomen kolommen 0 en 1 te plaatsen is de noodzaak van het gebruik van het escape-teken voor Teletekst komen te vervallen.

Voor de 16 adressen in een kolom worden in de computerwereld vaak het zestientallig stelsel gebruikt. Hierbij worden naast de tien bekende symbolen van het tientallig stelsel 0 t/m 9 de volgende symbolen gebruikt: A (voor 10), B (voor 11), C (voor 12), D (voor 13), E (voor 14) en F (voor 15).

Het escape-teken b.v. staat in de 11e ( $B^e$ ) rij van kolom 1, een veel gebruikte notatie is dan: ESC (1/B).

En de notatie van b.v. grafisch blauw is:

ESC, T (1/B, 5/4) of:

Gr.Bl. (1/B, 5/4).

Een display-attribuut beslaat dus  $2 \times 7$  bits.

Op het beeldscherm wordt echter maar één spatie weergegeven, het escape-teken heeft geen spatie tot gevolg. Dit kan consequenties hebben voor het maximum aantal karakters binnen één beeldformaat; in een later stadium wordt hierop nog teruggekomen.

Duidelijk is te zien dat door gebruikmaking van display-attributen, al of niet in combinatie met het escape-teken, er als het ware twee karaktersets zijn te onderscheiden t.w. de inhoud van de kolommen 2 t/m 7 enerzijds en de inhoud van de kolommen 2a, 3a, 6a en 7a anderzijds.

Fig. 12 toont hoe men zich een decoder met twee karaktersets moet voorstellen.

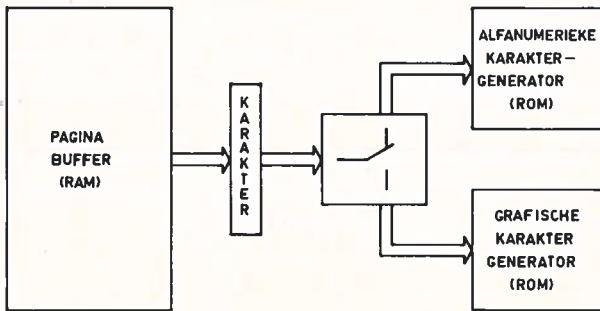


fig. 12. Decoder met 2 karaktersets.

De pagina-buffer wordt op de bekende wijze gevuld met adressen van karakters. Op plaatsen waar van alfa-numerieke naar grafische karakters moet worden overgegaan wordt een van de eerste 7 display-attributen uit kolom 5b van de codetafel geplaatst. De schakelaar zal dan worden omgezet en alle adressen die hierna worden ontvangen wijzen naar karakters van de grafische karakterset.

Bij elke nieuwe regel, dus ook bij een nieuwe pagina, wordt de schakelaar automatisch teruggezet. Wanneer halverwege een regel van grafisch naar alfa-numeriek moet worden omgeschakeld, moet een van de eerste 7 display-attributen uit kolom 4b worden geplaatst.

Naast de „grafische” mode zijn nog een aantal modes mogelijk, n.l.:

### Gescheiden grafische mode

De aaneengesloten grafische mode is hiervoor uitgebreid omschreven.

Na ontvangst van het karakter „SEPARATED GRAPHICS” (1/B, 5A) worden de grafische tekens weergegeven als een patroon van gescheiden vierkantjes binnen de omtrek van tekenpositie, zie fig. 13.



fig. 13. Gescheiden grafische mode.

### Grafisch houdend of normaal grafisch

In de mode „Normaal grafisch” aan het begin van een nieuwe regel of na ontvangst van het afsluitteken ( $\square$ ), worden alle besturingstekens weergegeven als spaties, waardoor minstens een spatie optreedt bij modewisseling binnen en regel.

De mode „grafisch houdend”, na ontvangst van het teken HOLD GRAPHICS (1/B, 5/E), biedt een beperkte mogelijkheid om een modewisseling te laten plaatsvinden zonder dat een spatie optreedt.

### Knipperend

In de mode „niet knipperend” worden tekens continue op het scherm afgebeeld. Deze mode ontstaat aan het begin van een regel en na ontvangst van het teken STEADY (1/B, 4/9). In de mode „knipperend”, ontstaan door ontvangst van het teken FLASHING (1/B, 4/8), worden alle tekens knipperend weergegeven.

### **Dubbele hoogte**

In de mode „dubbele hoogte”, ontstaan door de ontvangst van het teken **DOUBLE HEIGHT (1/B, 4/D)**, dienen tekens te worden afgebeeld in dubbele hoogte op de huidige en de volgende regel. De decoder moet hiertoe alle informatie in de regel volgend op de regel met het **DOUBLE HEIGHT** besturingsteken verwaarlozen. Na ontvangst van het teken **NORMAL HEIGHT (1/B, 4/C)** dienen de volgende tekens in normale hoogte te worden weergegeven op de bovenste regel van het regelpaar.

### **Verborgen informatie**

In de mode „niet verborgen” worden tekens zichtbaar op het scherm afgebeeld (tenzij de weergavekleur gelijk is aan de achtergrondkleur).

Deze methode geldt aan het begin van iedere regel.

De mode „verborgen” gaat in na ontvangst van het teken **CONCEALED (1/B, 5/8)**. Tekens ontvangen in deze mode worden op het scherm als spaties weergegeven. De mode „niet verborgen” wordt hersteld na afloop van een tijdvertraging in de VDS of door een gebruikersactie. („Reveal” toets).

Dit laatste is een terminalzaak, hiervoor is geen code afgesproken.

### **Kleur**

Een teken kan worden weergegeven in 7 kleuren: wit, geel, cyaan, groen, magenta, rood of blauw. Dit wordt bepaald door het ontvangen display-attribuu. (Een monochrome VDS dient alle karakters in wit of als grijstinten af te beelden.)

Het onderwerp „kleur” wordt overigens in het volgende deel van deze artikelenreeks uitgebreid behandeld.

### **Achtergrondkleur**

In de mode „zwarte achtergrond” wordt ieder karakter op een zwarte achtergrond afgebeeld. Deze mode geldt aan het begin van een regel en na ontvangst van een **BLACK BACKGROUND (1/B, 5/C)** teken.

Na ontvangst van het teken **NEW BACKGROUND (1/B, 5/D)** wordt de huidige weergave kleur aangenomen als de kleur van de achtergrond.

(Een zwart/wit-toestel zonder grijstinten dient alle achtergrondkleuren anders dan zwart als een witte achtergrond weer te geven. Karakters op een witte achtergrond dienen in zwart te worden weergegeven, mits de weergave kleur verschilt van de achtergrondkleur.)

### Aanpassing in Viditel-decoder

Met uitzondering van de normale grafische mode houden alle overige modes een bewerking van de reeds bestaande karakters (tekens) in, wat betekent dat hiervoor geen afzonderlijke karaktergenerators nodig zijn.

Wel is een video-aanpassingsschakeling noodzakelijk. Fig. 14 toont waar de video-aanpassingsschakeling (video-mixer) in de decoder is opgenomen.

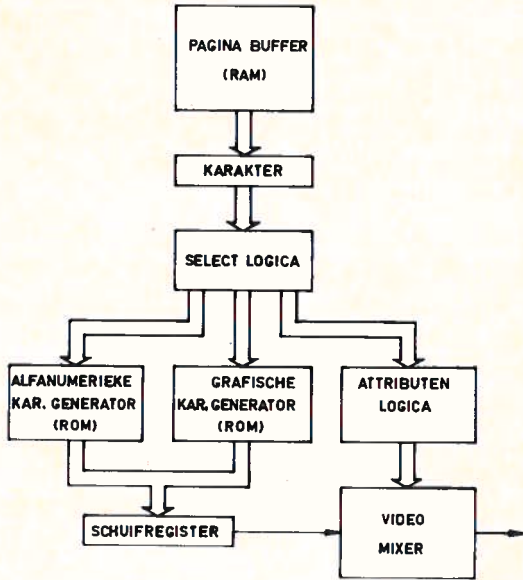


fig. 14. Plaats video-aanpassingsschakeling in de decoder.

Wanneer geen display-attribuut is ontvangen, beginnen de regels in de mode:  
alfa-numeriek wit;  
niet verborgen;  
zwarte achtergrond;  
enkele hoogte;  
niet knipperend.

Zodra een display-attribuut wordt ontvangen, zal worden overgegaan in de bij het attribuut behorende mode tot een ander attribuut wordt ontvangen of een nieuwe regel wordt begonnen.

(Wordt vervolgd.)

# Verbindingswegen

Samengesteld door ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 281.)

## Soorten lasers

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen:

- vaste-stof-lasers;
- gaslasers;
- halfgeleiderlasers.

Hoewel de laatste bij de glasvezelkabel wordt toegepast, zullen de andere lasers ter informatie in het kort worden behandeld.

### *Vaste-stof-laser*

Met een robijnstaaf als versterkend medium gelukte het de heer T. H. Maiman in 1960 de eerste laser te bouwen. Een vaste laser dus. Bij deze lasers kan een aantal stoffen als lasermateriaal worden gebruikt, b.v. bepaalde ionen van chroom (Cr) en neodymium (Nd).

Als dragermaterialen dienen optisch uiterst heldere en zuivere stoffen met een hoge mate van doorlaatbaarheid voor de laserfrequenties. Voor  $\text{Cr}^{3+}$  kan de drager Korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) zijn en voor  $\text{Nd}^{3+}$  kan Yttrium Aluminium Granaat worden gebruikt (Nd-YAG-laser).

De golflengte van de laserstraling mag dan worden verwacht in het rode tot nabij infra-rode gebied van het spectrum ( $\lambda = 600 \text{ nm}$  tot  $\lambda = 1100 \text{ nm}$ ).

De pompenergie, die nodig is om de laserionen in de aangeslagen toestand te krijgen en daarmee een inversie te verkrijgen, wordt geleverd door flitslampen. Het energiespectrum voor zo'n flitslamp moet dan met het absorptiespectrum van de robijnstaaf overeenkomen. Een Xenonlamp blijkt een goede flitslamp te zijn. Fig. 24 geeft een overzicht van het energiespectrum van de Xenonlamp en het absorptiespectrum van het robijn.

Slechts een gedeelte van de energie van de Xenonlamp wordt dus geabsorbeerd door het robijn. Bij flitslampen wordt het grootste deel van het opgenomen elektrische vermogen omgezet in warmte. Slechts een klein gedeelte wordt omgezet in licht, zodat een klein gedeelte van het toegevoerde elektrische vermogen wordt opgenomen door het lasermateriaal.

Om een zo hoog mogelijk rendement te verkrijgen moet aandacht worden besteed aan de geometrische opstelling van de flitslampen en het lasermateriaal. Met behulp van spiegels kan het licht van de flitslampen op het staafvormige lasermateriaal worden gebracht. In de moderne vorm bestaat zo'n vaste stof laser (fig. 25.) uit een huis van een elliptisch holle gepolijste metalen

cylinder als reflector met in de ene brand-as de staafvormige flitslamp en in de andere brand-as de staafvormige laser robijn. Door de focussing van de elliptische spiegel wordt het door de flitslamp uitgezonden licht op de laser-staaf gebundeld.

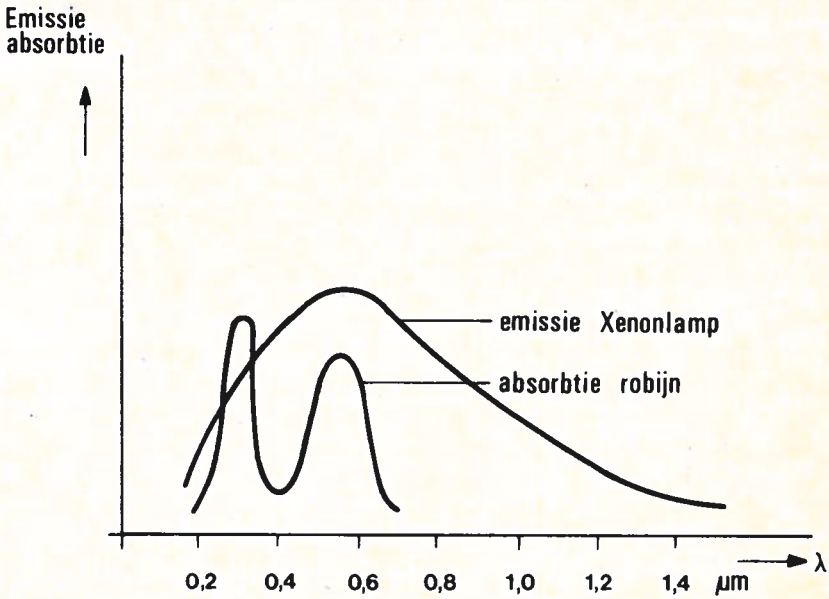
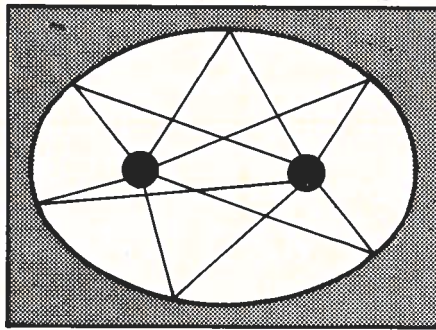


fig. 24. Energiespectra.



F F  
pomp laser  
lichtbron staaf

fig. 25. Opstelling vaste-stof-laser.

Deze pomplichtbronnen hebben echter het nadeel dat slechts een klein gedeelte van het uitgezonden energiespectrum wordt geabsorbeerd.

Een nieuwe ontwikkeling ontstond toen voor de vaste-stof-laser als dragermateriaal  $\text{CaF}_2$  met  $\text{U}^{3+}$  ionen kon worden gebruikt.

Bij dit lasermateriaal kunnen GaAs-laserdioden als pomplichtbron worden gebruikt. Het rendement kan dan oplopen tot 50%. Dit lasersysteem moet echter sterk worden gekoeld en is nog in een ontwikkelingsstadium.

De vaste-stof-lasers moeten allemaal met water worden gekoeld.

Om een groot uitgangsvermogen te verkrijgen, zal een grote pomppuls worden gegeven. De pomplichtbronnen hebben dan ook niet zo'n lange levensduur (enkele honderden uren). Het verwisselen van de pomplampen levert door het koelsysteem nog weleens problemen op.

De eenvoudigste uitvoering van de optische resonator bij een vaste-stof-laser bestaat uit de laserstaaf met aan beide zijden een gepolijst uiteinde eventueel voorzien van de gewenste spiegelvorm. De spiegel kan worden opgedampt met zilver of met een systeem van meerdere dieëlektrische laagjes. In enkele speciale gevallen worden wel losse spiegels gebruikt.

Een belangrijke grootheid voor de kwaliteit van een laser is de z.g. drempelenergie, dat is de minimale pompenergie die moet worden toegevoerd om de laseroscillator coherent licht te laten leveren. Deze drempelenergie is afhankelijk van het lasermateriaal. Voor een drie-niveau-systeem is die drempel hoger dan voor een vier-niveau-systeem. Voor een robijnlaser is in het algemeen de drempelenergie ca. 120 J. Met toenemende pompenergie boven de drempelenergie neemt de uitgangenergie nagenoeg lineair toe, zie fig. 26.

Het zogenaamde reuzepulseffect bij vaste lasers wordt als volgt opgewekt:

Tijdens het optisch pompen, dat wil zeggen terwijl de opbouw van de bezet-

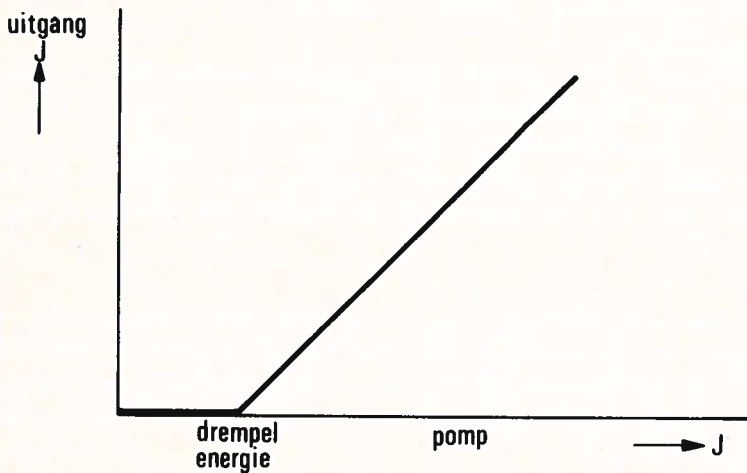


fig. 26. Drempelenergie.

tingsinversie plaatsvindt, wordt de Q-factor van de optische resonator zo laag gehouden dat geen laserwerking kan ontstaan.

Zodra de maximaal bereikbare bezettingsinversie is opgebouwd, dat wil zeggen dat aan het lasermateriaal veel energie is toegevoerd en de versterking groot is, wordt de Q-factor snel tot de normale waarde gebracht zodat laserwerking kan ontstaan. Tengevolge van de hoge versterking stijgt de stralingsdichtheid enorm snel en wordt binnen zeer korte tijd een groot deel van de toegevoerde energie verbruikt. Er ontstaat een korte intensieve lichtpuls, de z.g. „Rieserpuls” of „Giant-pulse”. Omdat met dit systeem de kwaliteitsfactor min of meer wordt geschakeld, wordt zo'n laseroscillator ook wel Q-switched- of Q-spoiled laser genoemd.

Met zulke lasers kan een pulsduur van  $10^{-8}$  sec met een piekvermogen van  $10^{10}$  Watt worden bereikt.

Ondanks de benodigde hoge pomplichtvermogens en de daarbij behorende koelproblemen is het toch gelukt vaste stof lasers met een constant uitgangsvermogen te ontwikkelen. De bekendste is wel de Nd-YAG-laser (Neodymium-YAG-laser).

Deze laser heeft als vier-niveau-laser bij kamertemperatuur een zeer lage drempel, zodat met een goede waterkoeling een continu uitgangsvermogen van meer dan 1 Watt kan worden verkregen. De coherentie-eigenschappen van het licht van continu werkende vaste-stof-lasers zijn veel beter dan gepulste lasers en vergelijkbaar met die van gaslasers. Vanwege de mogelijkheden als pulslaser met grote piekvermogens wordt de vaste-stof-laser veel gebruikt bij materiaalbewerking. Door focussing van de bundel van de vaste-stof-lasers kan een vermogensdichtheid van  $10^{12}$  Watt/cm<sup>2</sup> worden bereikt.

De materiaalbewerkingen bestaan hoofdzakelijk uit:

– solderen, lassen.

Door absorptie van de straling met zeer hoge intensiteit, gaat het materiaal smelten. Een smeltverbinding met een zeer smalle warmte-beïnvloedingszone kan zo worden verkregen. Omdat de energietoevoer op een zeer klein oppervlak kan worden geconcentreerd, leent deze lasmethode met behulp van een laser zich ook goed voor lasverbindingen in de micro miniaturisering;

– boren.

Het boren met behulp van een laser gebeurt door verdamping van materiaal. Hoe korter de impulstijd is, hoe hoger de temperatuur aan de oppervlakte van het materiaal is. Doordat de smelttemperatuur en daarna verdamping vrij snel achter elkaar volgen, ontstaan boorgaten met een scherpe randbegrenzing. (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.

### **Technisch Museum, Nederlands Instituut voor Nijverheid en Techniek, (NINT), Amsterdam**

Officieel geformuleerd stelt het NINT zich ten doel: Belangstelling te wekken voor de basisprincipes en de laatste ontwikkelingen van de natuurwetenschappen en hun toepassingen in de techniek. Om dit te bereiken zijn in samenwerking met het bedrijfsleven een aantal permanente tentoonstellingen ingericht, die de toegepaste technieken laten zien.

Laat u zich echter, door deze wat zwaar wegende woorden, niet afschrikken. Het NINT geeft namelijk op een aantrekkelijke en voor ieder begrijpelijke manier voorlichting op allerlei gebied.

Het Instituut, dat bekend staat om zijn interessante tentoonstellingen, heeft zijn intrek genomen in het pand van de voormalige diamantslijperij van Asscher aan de Tolstraat 129 (nabij de Nieuwe Amstelbrug), één van de laatste industriële panden van de hoofdstad.

Het NINT heeft hier de beschikking over twee verdiepingen.

Daar is nu weer die hele boeiende tentoonstelling te zien, uitgebreid met een aantal nieuwe zaken. Boeiend, want in het NINT kunnen bezoekers zelf met knopjes en schakelaars tientallen toestellen in werking stellen. De thema's worden aangepast aan de laatste technische ontwikkelingen en opvattingen. Verder besteedt het NINT meer aandacht aan de individuele bezoeker buiten de piekuren. Met dezelfde regelmaat als thans het geval is (twee, soms driemaal per jaar) zullen er speciale onderwerpen aan bod komen in tijdelijke exposities.

De filosofie, dat techniek niet in vitrines hoort, maar „dat je die moet kunnen voelen” blijft onveranderd. Het NINT hoopt in de nieuwe opzet uit te groeien tot een landelijk wetenschappelijk en technisch centrum, waar men door middel van zelfwerkzaamheid op speelse wijze kan kennis maken met de principes, waarop de hedendaagse technieken en technologie stoelt. In de Verenigde Staten bestaan reeds dergelijke „science centres”. Uit de praktijk is gebleken, dat deze daadwerkelijk een brug slaan tussen de mens en zijn techniek.

Op de begane grond is ruimte voor permanente presentaties Transport, Bouw, Chemie en Metaal, alsmede een ruimte voor tijdelijke exposities.

De exposities Hout en Scheepvaart hebben hun zelfstandig karakter verloren en zijn thans ondergebracht bij respectievelijk Bouw en Transport.

De eerste verdieping omvat:

De Computer met praktijkvoorbeelden van automatisering, waarbij een deskundige uitleg over wat een computer eigenlijk is en wat hij wel en wat hij niet kan;

Elektronica met een overzicht van de wetmatigheden die aan de elektronica ten grondslag liggen;

Fotografie met een indruk van de historie, de ontwikkeling en de toepassing van het fotograferen;

Telecommunicatie met de elektro-mechanische telefooncentrale van het telefoonnet in Nederland en de nieuwe computergestuurde PRX telefooncentrale.

Ook zijn aanwezig twee telextoestellen en is er iets te zien van de mobilfoon. De bezoeker krijgt bij demonstraties de gelegenheid zelf te werken met telex en mobilfoon. Er komt ook een filmzaal en twee leslokalen.

Verder is er de permanente Energie-tentoonstelling waarbij alle vormen van energie worden behandeld, zoals o.a. zonne-, wind- en kernenergie. Als draaiboek voor deze tentoonstelling heeft dienst gedaan het boek „Energie voor Iedereen” van drs. F. H. Hogeveen, uitgegeven bij Kluwer.

Naast het voor eigen gebruik toepassen van wind- en zonne-energie kan ook de isolatie een belangrijke besparing in het energieverbruik opleveren, ook dit komt aan de orde.

Bij de uitgang van de Energie-tentoonstelling vindt u een aantal uitspraken aangaande beslissingen die op korte termijn over de energieproblematiek moeten worden genomen. Via een door het NINT te verstrekken munt wordt u verzocht deze munt in het vakje te deponeren dat overeenkomt met de uitspraak die u het meest aanspreekt. Hiermee levert u een bijdrage aan de door het NINT georganiseerde „interne maatschappelijke discussie”.

Op autogebied vindt u er modellen van 2-takt-, 4-takt-, diesel-, wankel- en sterlingmotoren, een compleet opengewerkte auto en een garage-inrichting.

„Kiezen is niet gemakkelijk”, wordt opgemerkt door veel leerlingen van het lager beroepsonderwijs, die aan het eind van hun tweede leerjaar voor een vakrichtingskeuze staan.

Het NINT heeft een informatiecentrum voor studie en beroep en zij organiseert een aantal activiteiten die er op zijn gericht, leerlingen van het tweede leerjaar van het lager beroepsonderwijs te helpen bij het maken van hun vakrichtingskeuze.

Het NINT heeft een bezoekersrestaurant; er zijn voorzieningen voor gehandicapten en er is ruim parkeergelegenheid.

Het NINT is open van maandag tot en met vrijdag van 10.00 tot 16.00 uur, zaterdags en zondags van 13.00 tot 17.00 uur.

Toegangsprijs f 2,50, voor jongeren tot en met 21 jaar f 2,—. Voor groepen geldt een aparte regeling.

Telefoon NINT: 020 - 64 60 21.

Gezien het belang van het onderdeel „Telecommunicatie” zal hierop in een volgend nummer nader worden ingegaan. (De redactie).