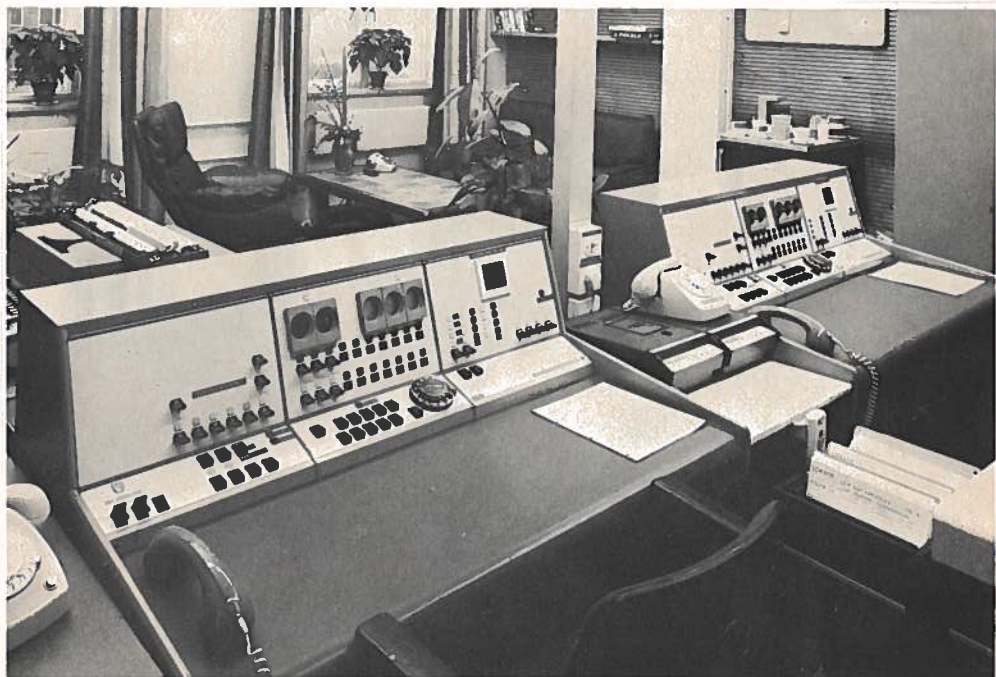


# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

Nr. 11, 34e jaargang november 1979

In dit nummer o.a.  
Bescherming van circuits . . .  
Microprocessoren  
Laser  
Examenvraagstukken  
Technisch Engels  
Technische berichten  
Oplossingen examenvraagstukken



Het centrale meldpunt van 0011 te Leeuwarden

# STUDIEBLAD

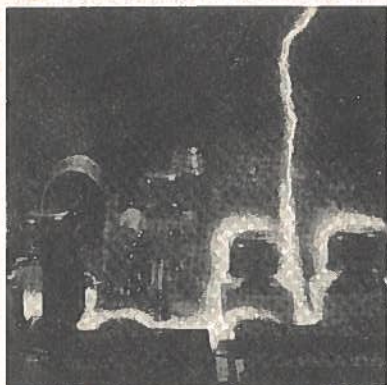
technisch blad voor PTT personeel

- uitgave** ABVA, NCBO en KABO.
- redactie** Hfdred P.J. Boomgaard. Red. ing. P.A. de Boer, ing. B. Kieboom, ing. D. v.d. Mark
- redactiesecr.** J. P. v. d. Broek, Distelweide 77, 2272 VR Voorburg Z-H, tel. 070 - 27 93 94; voor redactie en inhoud van het blad.
- administratie** ABVA, Stadhouderslaan 9, 2517 HV Den Haag, giro 4073, tel. 070 - 63 59 32 t/m 63 59 36, voor verzending, administratie e.d.
- abonnement** f 18,— per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,— per jaar. Verschijnt maandelijks.
- advertenties** b.v. Drukkerij en Uitgeverij Smits, Westeinde 135, 2512 GW Den Haag, tel. 070 - 45 29 75.



**POPE'S Draad- en Lampenfabrieken B.V.**

Edissonstraat 9  
Venlo - Blerick



---

## BESCHERMING CIRCUITS TEGEN HOGE SPANNINGEN

Drs. C. Vader

---

### Overspanningsbeveiliging

Elektronische schakelmiddelen zijn algemeen uitgegroeid tot betrouwbare en weinig onderhoud vragende elementen in de telecommunicatie techniek.

Naarmate de toepassing ervan in aantal steeg bleek er echter een grotere gevoeligheid voor willekeurig optredende hoge spanningen te bestaan dan die welke geldt voor meer conventionele apparatuur.

Waarschijnlijk is de traagheid van laatstgenoemde circuits hier een voordeel. De toepassing van elektronische schakelmiddelen zorgde voor de confrontatie met onbekende piekspanningen die uit onbekende bronnen optraden en soms zelfs leidden tot het volledig buiten werking stellen van de circuits. Al spoedig werd het duidelijk dat zij ontstaan als gevolg van atmosferische ontladingen, maar evenzeer kunnen worden opgewekt door andere, nabij gelegen, energiebronnen- of verbruikers.

In de nu volgende artikelenreeks wordt nagegaan hoe men een atmosferische ontlading kan beschouwen en hoe elektronische apparaten tegen invloeden daarvan beschermd kunnen worden.

#### Atmosferische ontlading

Bij een bliksemoverslag wordt een lading verplaatst ter grootte van 1 tot 5 coulomb (C). De weerstand van het ontladingspad is tamelijk constant, ongeveer 5 kohm.

De spanning over het ontladingspad heeft een beginwaarde van de orde  $10^8$  volt. Bij een forse ontlading van bijvoorbeeld 20 C over  $10^8$  V wordt een energiehoeveelheid ter grootte van  $\frac{1}{2} \times 20 \times 10^8$  joule (J) =  $10^9$  J = 1 GJ omgezet.

Ter vergelijking: de energie-inhoud van 1 kg. TNT is ongeveer 3.25 MJ. 1 GJ komt dus overeen met de explosieve kracht van 300 kg TNT, dat is een flinke vliegtuigbom.

Het is dan niet verwonderlijk dat het geluidseffect van een hevig onweer niet onderdoet voor dat van het zwaarste oorlogsgeweld.

De foto's op blz. 324 tonen het effect op een telefoontoestel van de aardstroom bij blikseminslag nabij een telefoonkabel.

De vernielende werking van een blikseminslag wordt evenwel - gelukkig - niet bepaald door de spanning over het ontladingspad, doch uitsluitend door de ladingsoverdracht en de ontladingstijd.

De spanning die bij inslag wordt ontwikkeld bedraagt ten hoogste enige MV., de energie die tot de destructieve werking bijdraagt is ten hoogste 2% van de totale energieomzetting van de ontlading.

Niettemin is deze vernielende kracht, overeenkomende met die van enige kg. springstof, groot genoeg om ernstig rekening mee te houden.

De rest van de ontladingsenergie wordt op onschadelijke wijze gedissipeerd in de lucht en besteed aan de lichtflits en het explosiegeluid.

In de meeste streken heeft 75% der inslagen een negatieve, 25% een positieve en 5% een wisselende polariteit.

In bergstreken is het aandeel der positieve ontladingen groter, doordat de aarde daar dichtter bij de positieve wolktoppen komt. (fig. 1)

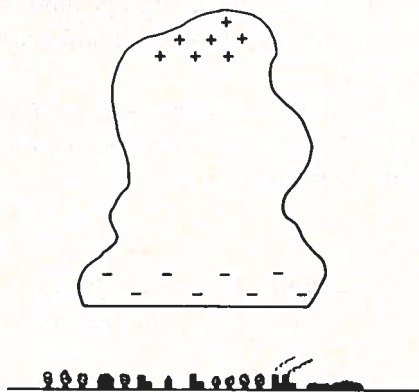


fig. 1. Ladingsverdeling in een onweerswolk.

De kern van het ontladingspad kan een temperatuur bereiken van 25.000 K (25.000° C) waarbij de druk oploopt tot 20 bar (atmosfeer) = 2 MPa. De doorsnede van de kern is slechts van de orde 10 mm., het plasma wordt bijgehouden door de Lorentzkracht van het eigen magnetische veld.

Stroommaxima van meer dan 200 kA zijn uiterst zeldzaam, waarschijnlijk ten gevolge van het eindige geleidingsvermogen van het ontladingspad; de weerstand hiervan heeft een tamelijk constante waarde van ongeveer 5 k ohm. (zie ook fig. 2) Bij zeer grote ontladingen neemt dan ook de afvaltijd van de puls evenredig met de lading toe.

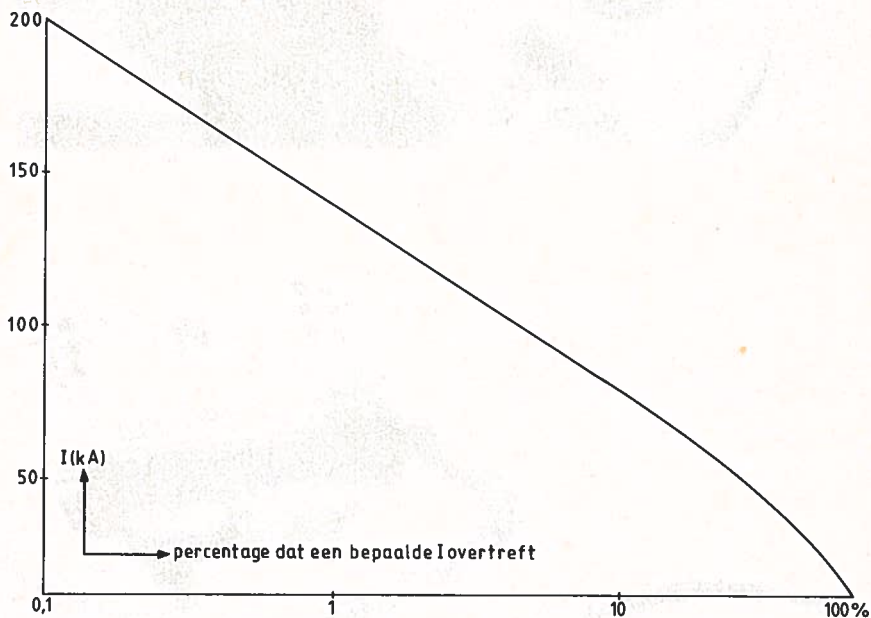
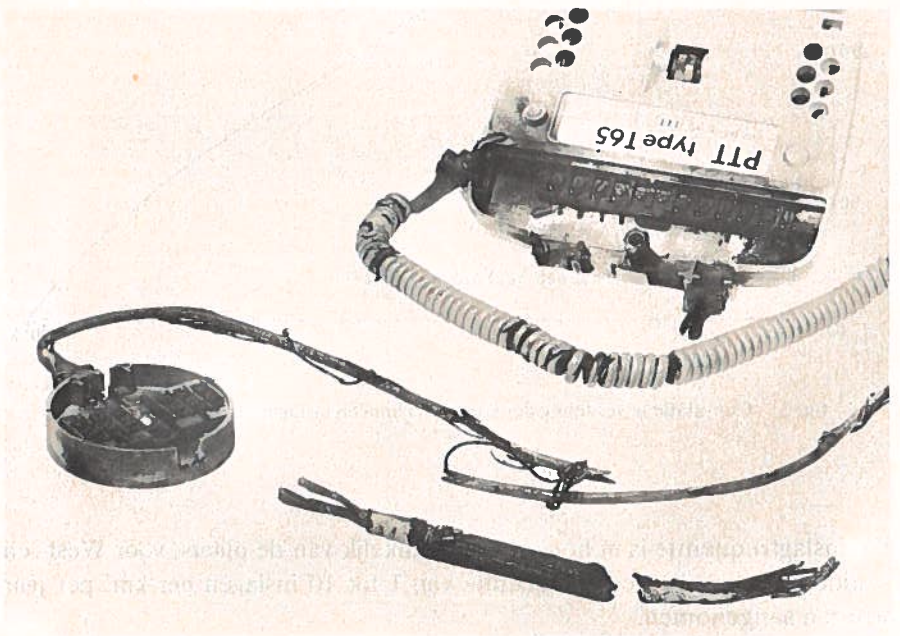
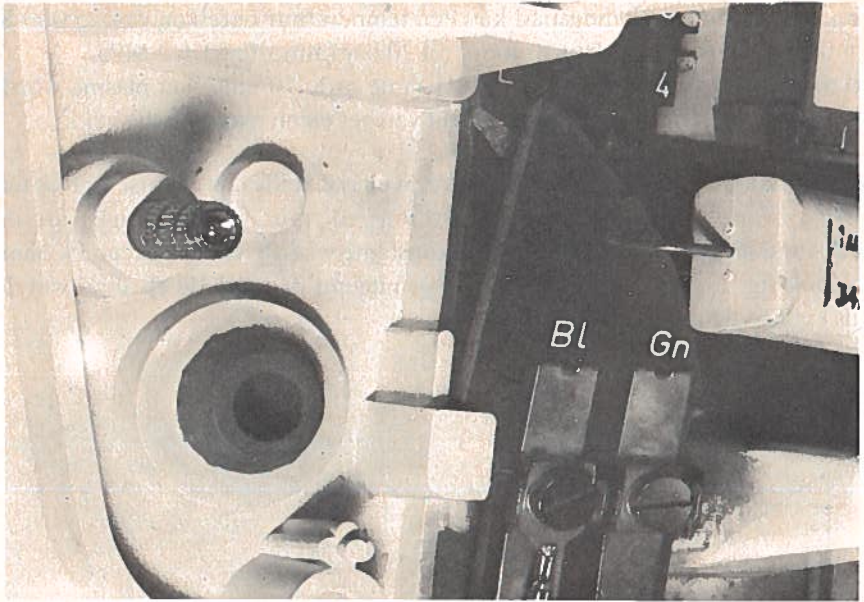


fig. 2. Cumulatieve verdeling der stroommaxima bij inslagen op transmissiekabels.

De inslagfrequentie is in hoge mate afhankelijk van de plaats; voor West- en Midden Europa kan een frequentie van 1 tot 10 inslagen per km<sup>2</sup> per jaar worden aangenomen.



## Pulsvorm

De stroompuls die het gevolg is van een atmosferische ontlading heeft een karakteristieke gedaante: een steile stijflank gevolgd door een lange exponentieele uitloop, zie fig. 3. De aflopende flank is een RC-kromme die bepaald wordt door de piekspanning, de ladinggrootte en de weerstand van het ontladingspad.

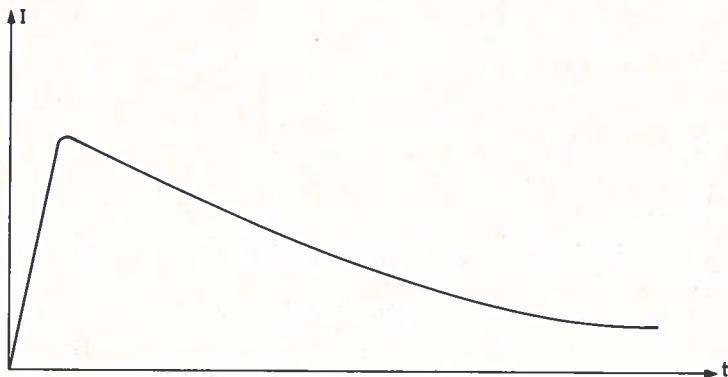


fig. 3.

Hoewel het verloop van de puls voor alle ontladingen gelijkvormig is, zijn de maximum stroom en de stijg- en afvaltijden voor alle gevallen verschillend; deze verschillen kunnen enkele grootte-orden bedragen.

De ladingsverplaatsing als functie van de tijd heeft de vorm van een scherp gepiekte exponentieel aflopende puls.

De staart van deze puls is vele malen langer dan de kop, zodat het voor de berekening van de relatie tussen  $Q$ ,  $I$  en  $t$  nauwelijks van invloed is wanneer men de pulsvorm vereenvoudigt tot een met stijgtijd 0. Alleen inductie-effecten zijn afhankelijk van de stijgtijd. Ohmse effecten daarentegen slechts in geringe mate.

## Standaardontlading

Teneinde metingen te kunnen verrichten heeft men een standaardontlading gedefinieerd.

De "CCITT Standaard Ontlading" heeft een top van 50 kA op 5 microseconde van het begin en een halveringsperiode van 65 microseconde zie fig. 4.

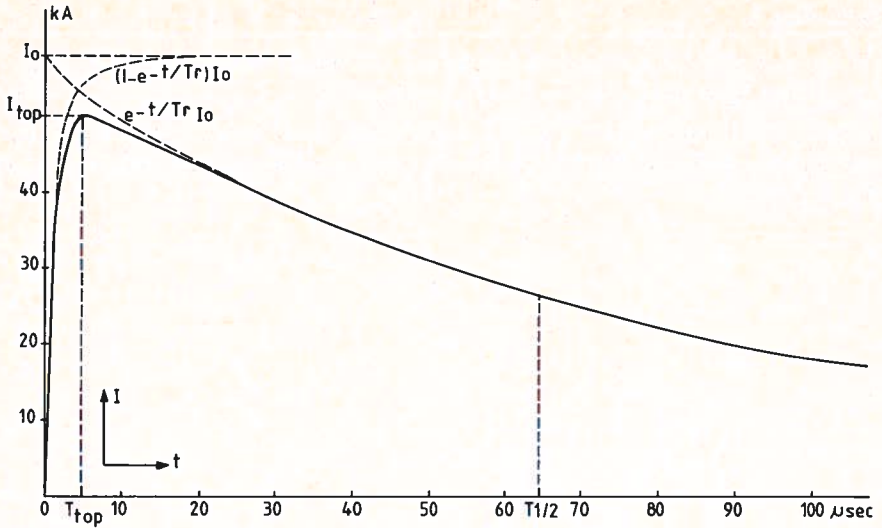


fig. 4. CCITT Standaard ontlading.

De algemene gedaante is  $i(t) = I(e^{-t/T_f} - e^{-t/T_r})$  waarin  $T_r$  de exponentiële stijgperiode is ( $r = \text{rise}$ ) en  $T_f$  de exponentieele afvalperiode ( $f = \text{fall}$ )

Uit berekening volgt:  $i(t) = 53(e^{-0,01t} - e^{-t})$  hierin staat  $t$  in microseconden en  $i$  in kA.

De ladingsoverdracht is

$99 \times 53 \text{ microseconde} \times \text{kA} = 5,25 \text{ C}$ , afgerond 5 coulomb.

Men kan de capaciteit berekenen uit de volgende gegevens:

$$\begin{aligned}
 i_{top} &= 50 \text{ kA} \\
 T_{top} &= 5 \text{ microseconde} \\
 T_{0,5} &= 65 \text{ microseconde} \\
 R &= 5 \text{ K ohm.} \\
 U &= 250 \text{ MV} \\
 Q &= 5 \text{ coulomb}
 \end{aligned}$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{5}{250} \text{ microfarad} = 20 \text{ nanofarad}$$

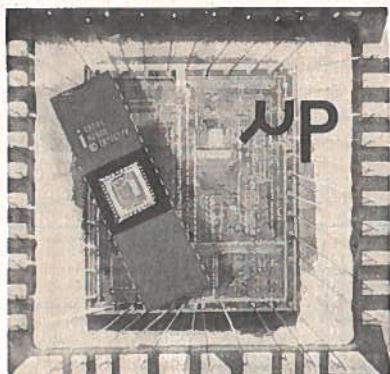
Uit tabel 1 blijkt het verband tussen lading, afvaltijd en maximale stroom.

wordt vervolgd.



$Q$ (Coulomb)	$T_f$ ( $\mu\text{sec}$ )	$i$ (top) (kA)
5	50	100
	100	50
	200	25
	500	10
	1000	5
10	50	200
	100	100
	200	50
	500	20
	1000	10
20	100	200
	200	100
	500	40
	1000	20
50	200	250
	500	100
	1000	50
100	500	200
	1000	100

Tabel 1. Het verband tussen lading, afvaltijd en maximale stroom.



---

## MICROPROCESSOR VRIEND OF VIJAND ?

Ir. A. C. G. v. Strien  
F. Sieswerda

---

### Introductie

De microprocessor mag tot een van de meest ingrijpende ontwikkelingen van de laatste tijd gerekend worden. In de verschillende media wordt dan ook nogal wat aandacht besteed aan deze bouwsteen en dat zowel in positieve als in negatieve zin.

Vaak is het moeilijk voor degene die deze informatie ontvangt om deze ook kritisch te verwerken, zeker als hij niet over de nodige achtergrond-informatie beschikt. Dit behelst vooral de technische achtergronden van waaruit men inzicht kan krijgen in de mogelijkheden van microprocessoren. Met behulp van die achtergrondkennis kan men zich ook een beter inzicht verwerven over bepaalde niet-technische factoren als economische- en maatschappelijke-aspecten.

Tevens blijkt in de praktijk vaak dat het, voor diegenen die gewend zijn met conventionele logica te werken, moeilijk is vanuit hun kennispakket bekend te geraken met de, bij het gebruik van microprocessoren behorende, denkwijze, hetgeen een drempel kan vormen bij de keuze tussen beide methoden van systeemontwerp.

Aangezien de verwachting is dat vrijwel iedereen die op technisch gebied werkzaam is, in meer- of mindere mate, met microprocessoren te maken zal krijgen, zal in een artikelenreeks in het studieblad getracht worden om, redenerend vanuit de conventionele logica, te komen tot een goed begrip van de werking van een microprocessor.

Hierbij zal ingegaan worden op de technische aspecten van microprocessoren en de bijbehorende bouwstenen.

Deze reeks bestaat uit drie delen uitkomende in ca. 6 opeenvolgende artikelen. In het eerste deel getiteld "Wat is een microprocessor?" zal uitgelegd worden wat een microprocessor is; in het tweede deel "Het werken met een microprocessor" zullen een aantal aspecten naar voren worden

gebracht met betrekking tot het toepassen van deze bouwsteen. Verder zal in het derde deel onder de titel "Toepassingen van microprocessors" aandacht worden besteed aan een tweetal voorbeelden uit de praktijk, waarna de auteurs vanuit hun ervaringen hun visie met betrekking tot de microprocessor zullen geven.

## **1. Wat is een microprocessor**

### *1.0. Wat is een computer?*

In de ontwikkeling van de techniek is een van de grote stappen vooruit de uitvinding van de computer geweest. Het uitgangspunt bij het ontwerpen van de computer is de wens over een hulpmiddel te beschikken voor het uitvoeren van, vaak tijdverslindend, rekenwerk.

Reeds in de middeleeuwen werd hier aandacht aan besteed, een van de voorbeelden hiervan is de in 1642 door Pascal ontwikkelde mechanische rekenmachine; de "Pascaline". Deze machine had echter nog niet de mogelijkheid een van de voren vastgesteld aantal stappen te doorlopen, doch moest volledig met de hand bediend worden.

Een machine waarbij dit wel kon, en die men in het algemeen qua opzet ook als de voorloper van de huidige computers beschouwt is een door 1833 door Charles Babbage ontwikkeld weefgetouw. Deze machine kon een aantal van tevoren ingestelde handelingen (het programma) meerdere malen achtereenvolgens doorlopen.

In 1950 werd de eerste electronische computer ontwikkeld, de UNIVAC I die geheel met buizen opgebouwd was en qua ruimte een flinke kamer in beslag nam (om van de koeling maar niet te spreken).

Deze computer was, ondanks zijn grote afmetingen, tot het uitvoeren van aanmerkelijk minder opdrachten in staat dan veel van de hedendaagse microcomputers.

Vanaf die tijd volgden de ontwikkelingen op computergebied elkaar gestaag op. Via de minicomputer (PDP-8 in 1965) kwamen we terecht bij de microcomputer (8008 in 1969). Hiermee kwamen de ontwikkelingen op dit gebied in een stroomversnelling terecht waarvan momenteel het einde, zeker op korte termijn, nog niet in zicht lijkt te zijn.

Welke gedachte ten grondslag ligt aan het fenomeen computer komt al bij de machine Babbage naar voren; n.l.

*Een computer is een apparaat dat volgens een bepaald PROGRAMMA een aantal HANDELINGEN kan verrichten.*

Onder handelingen kan men hierbij verstaan het doen van berekeningen, het weergeven en opnemen van gegevens en het transporteren en opslaan van de

bij de berekeningen betrokken gegevens. Het programma geeft hierbij aan in welke volgorde bepaalde bewerkingen op bepaalde gegevens moeten plaatsvinden.

Voor het invoeren van het programma en de opslag van gegevens zijn een aantal hulpmiddelen nodig; zoals de randapparatuur of "perifere" apparatuur. Met behulp van deze apparatuur vindt ook de verdere communicatie met de computer plaats.

Een computersysteem is in het algemeen uit de delen opgebouwd zoals die zijn weergegeven in fig. 1.

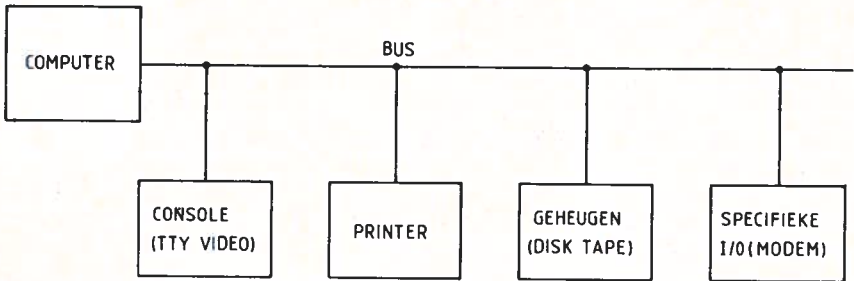


fig. 1.

De intelligentie van het systeem bevindt zich in de computer. Bediening van het systeem geschiedt door een console; dit kan zowel een teletype als een videodisplay zijn. Voor het uitvoeren van gegevens op papier kan een "Line-printer" aangesloten zijn. Opslag van gegevensbestanden voor langere tijd gebeurt in een extern aangesloten geheugen (opslag voor korte tijd gebeurt in de computer zelf). Dit zijn tegenwoordig meestal Schijf-(disk) of bandgeheugens (tape). Voor bijzondere toepassingen kan men nog specifieke in- en uitvoer modules aansluiten, bijvoorbeeld een modem voor communicatie over het telefoonnet.

De koppeling van de diverse randapparatuur vindt via een zgn. "bus" plaats. Dit is de benaming voor de verzameling van signaaldraden, nodig voor de communicatie met de perifere apparatuur.

De module "computer" kan weer verder onderverdeeld worden in een aantal andere modules. Deze zijn in fig. 2 aangegeven.

De centrale verwerkings eenheid (CPU) verzorgt de besturing van het systeem via de besturingsbus. De rekenkundige bewerkingen vinden ook binnen deze module plaats. De door deze module uit te voeren acties worden door een programma bepaald. Dit programma is opgeslagen in een programma-geheugen. Afhankelijk van de toepassing kan dit een lees/schrijf geheugen

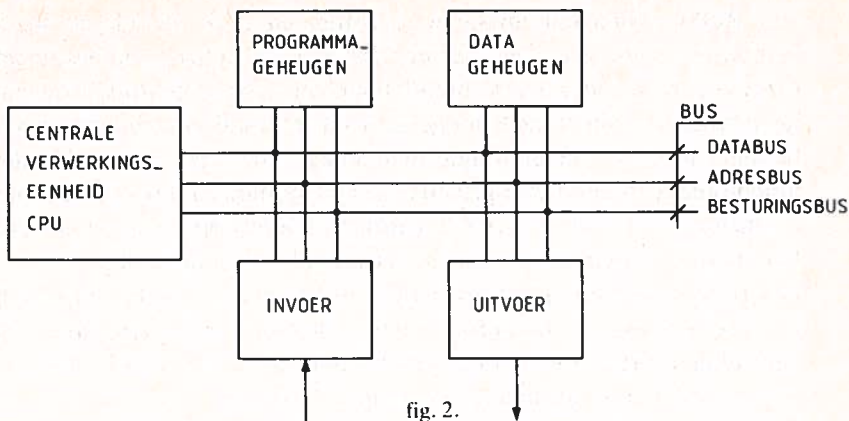


fig. 2.

(RAM) zijn, b.v. als vaak een programma veranderd moet worden, of een leesgeheugen (ROM of EPROM) als het programma vastligt.

Bij het uitvoeren van berekeningen door de CPU zullen tussentijdse resultaten van de berekeningen gedurende korte tijd opgeslagen moeten worden. De CPU zelf bevat hiervoor vaak een beperkte mogelijkheid; het RAM-geheugen kan beschouwd worden als een uitbreiding hiervan.

Voor de communicatie met randapparatuur zijn in- en uitvoermodules aanwezig. Indien de in fig. 1 getekende bus als uitbreiding van de in fig. 2 gedefiniëerde bus beschouwd wordt hebben we per aangesloten randapparaat één of beide modules nodig.

De opbouw van de CPU is afhankelijk van het type computer; elk fabrikaat heeft hierbij zijn eigen specifieke eigenschappen. In § 1.2 zal hierop nader ingegaan worden.

Naast een begrip van de opbouw van een computer is het ook van belang te weten op welke manier de informatieuitwisseling tussen de gebruiker en de computer plaatsvindt. We kunnen deze informatie als volgt splitsen:

- 1) informatie voor het programma
- 2) informatie voor de berekeningen

ad 1) Zoals reeds eerder opgemerkt is, voert de computer handelingen uit volgens een door de gebruiker te definiëren programma. Een programma bestaat uit een aantal opeenvolgende **instructies** die in het programmageheugen opgeslagen zijn.

Op machineniveau zijn deze instructies binair gecodeerd. De meest eenvoudige manier om programma-informatie in te voeren zou kunnen zijn: de binair gecodeerde instructies via de console in te voeren, of in

een ROM geheugenbouwsteen te zetten en deze vervolgens in de computer te brengen. Dit is echter wel een erg tijdrovende bezigheid. Om het een en ander overzichtelijk te maken voor de gebruiker zijn aan de instructies afkortingen toegekend die meestal een directe relatie hebben met de bijbehorende handeling. Die afkortingen worden **mnemonics** genoemd. Aangezien deze mnemonics een 1 op 1 relatie met de instructies hebben is voor het programmeren op deze manier ook kennis van de architectuur van de betreffende machine nodig.

Het programmeren op dit niveau geschiedt via de console met behulp van zeer eenvoudige hulpprogramma's; de editor en de assembler. De gebruiker voert nu met behulp van de editor de mnemonics in, die door de assembler naar machineniveau omgezet worden.

Een manier van programma-invoer die machine-onafhankelijk is, wordt gevormd door het gebruik van een hogere programmeertaal.

Voor het gebruik hiervan zijn echter vrij uitgebreide hulpprogramma's nodig; wel zijn de instructies die in een hogere programmeertaal gegeven worden voor de gebruiker overzichtelijker, omdat ook van bestaande rekenkundige operatoren gebruik gemaakt kan worden (v.b. BASIC, FORTRAN, ALGOL).

De hier genoemde drie manieren van programma-invoer zullen in een later stadium uitgebreid behandeld worden.

ad 2) De voor de berekeningen van belang zijnde gegevens kunnen op verschillende manieren aan het systeem aangeboden worden. Dit kan via de console gebeuren; bij de grote hoeveelheden informatie die verwerkt moeten worden zullen deze gegevens echter vaak via een apart randapparaat ingevoerd worden. Ook gebeurt het vaak dat via de console "interactief" met de computer gewerkt wordt. Op de console verschijnt dan een vraag om de informatie die gegeven moet worden.

Voor de uitvoergegevens geldt min of meer het zelfde. Afhankelijk van de wensen van de gebruiker kan men een keuze maken uit verschillende randapparaten.

Men dient er wel aan te denken dat voor het ophalen en wegschrijven van gegevens naar bepaalde randapparatuur vaak specifieke programma's geschreven moeten worden, (**drivers**).

De manier van invoer van het programma en de gegevens zijn, behalve voor hogere programmeertalen, ook per machine verschillend. In § 1.3 zal dit nader toegelicht worden.

## 1.1 Plaats van de microprocessor in de computerwereld

Een van de ontwikkelingen die ertoe bijgedragen hebben dat de ontwikkelingen op microprocessorgebied zo snel gegaan zijn is wel de mogelijkheid om zeer grote aantallen actieve en passieve componenten op een drager aan te brengen. Werd bij de PDP-8 bijvoorbeeld nog van discrete transistoren gebruik gemaakt, bij de huidige microprocessors ziet men kans  $\approx 65.000$  transistoren te integreren op één schijfje silicium van  $\approx 6$  bij  $8$  mm. Men noemt de verkregen schakeling dan een CHIP. De techniek van integreren noemt men LSI (Large Scale Integration).

Deze techniek en het in fig. 2 gegeven blokschema van een computer leiden tot de volgende definities.

### Microprocessor:

Indien de in fig. 2 getekende CPU op één drager geïntegreed is, spreekt men van een "microprocessor".

Een microprocessor is een LSI circuit dat onder besturing van gecodeerde instructies (programma) rekenkundige en logische bewerkingen en de hiervoor benodigde gegevens-transporten kan uitvoeren. Hij dient eveneens de voor deze handelingen benodigde besturingssignalen af te geven.

### Microcomputer:

Indien men de in fig. 2 getekende computer opbouwt rond een microprocessor dan spreekt men van een "microcomputer".

### Microcomputer on chip: (one-chip microcomputer)

Als de complete microcomputer met de benodigde aankoppelingen voor randapparatuur (interfaces) op één chip geïntegreed zijn dan spreekt men van een "microcomputer on chip".

In de definitie van een microprocessor komt naar voren dat deze unit rekenkundige en logische bewerkingen moet kunnen uitvoeren op gegevens (**data**). Deze gegevens worden bij de digitale computers, waar ook de microprocessor toe behoort, in het tweetalig stelsel (**binair**) verwerkt.

De kleinste eenheid van informatie is hierbij de **binary digit (Bit)**. De binaire informatie wordt dus in bits gegeven; de hoeveelheid bits die een gegeven representeren wordt **woord** of **datawoord** genoemd.

Drie grootten van woordbreedten komen hierbij het meest voor; 16 bits (long byte) 8 bits (**byte**) en 4 bits (**nibble**).

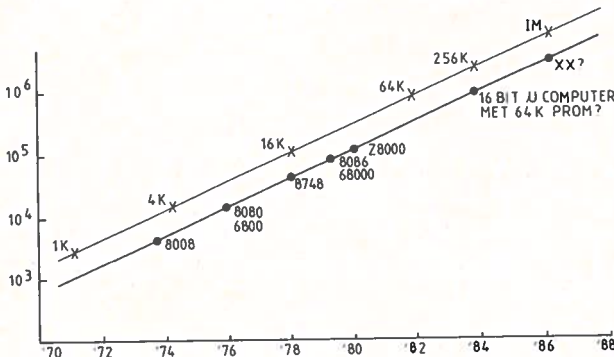
De huidige microprocessors hebben meestal een woordbreedte van 8 of 16 bits.

Er bestaat echter ook de mogelijkheid zelf de woordbreedte van de data te bepalen; men kan de processor dan volgens de eigen eisen qua architectuur samenstellen. Men kan dit met behulp van een speciaal hiervoor ontworpen bouwsteen realiseren; de "bit-slice" microprocessor.

### Bit-slice microprocessor:

Een bit-slice microprocessor is een bouwsteen die bewerkingen uit kan voeren op een beperkt aantal bits (1-4). Door meerdere bit-slice elementen aaneen te koppelen kan men een processor met de gewenste woordbreedte samenstellen.

Als illustratie van de mogelijkheden die nog te verwachten zijn op het gebied van de microcomputers is in fig. 3 een grafiek weergegeven van het aantal componenten dat in een bepaald jaar op één drager aangebracht kon worden. Deze grafiek is doorgetrokken tot 1988, waarbij aangenomen wordt dat de huidige ontwikkeling in het zelfde tempo door zal gaan. Van een aantal momenteel verkrijgbare microprocessors en geheugenbouwstenen is aangegeven op welk technologisch niveau deze zich bevinden. Een geheugen van 1K wil hierbij zeggen dat de opslagcapaciteit van zo'n geheugen 1024 bits is (128 byte).



FIGUUR.3 INTEGRATIEDICHTHEID IN COMPONENTEN PER DRAGER

In fig. 4 is een drietal microcomputersystemen gegeven. Om te beginnen het eerste systeem dat op de markt kwam, opgebouwd rond de zgn. 8008 van Intel. Als tweede een momenteel verkrijgbare "one chip" microcomputer, de 8748 van dezelfde fabrikant. Als laatste een toekomstvisie die aangeeft welke de mogelijkheden zijn als de huidige trend zich voortzet.

De bij de systemen genoemde "register add time" is de tijd die de computer nodig heeft om de inhoud van twee registers bij elkaar op te tellen en het resultaat in een van deze registers op te slaan.



---

1973: **8008 SYSTEEM**

opgebouwd uit 55 IC's  
8 bit databus  
1 K byte RAM  
2 K byte ROM  
16 ingangen, 32 uitgangen  
-9 en +5 V voedingsspanningen  
12.5  $\mu$ s "register add time"

1977: **8748 "one chip" microcomputer**

8 bit databus  
64 byte RAM  
1 K byte ROM  
24 gecombineerde in/uitgangen  
+5 V voedingsspanning  
2.5  $\mu$ s "register add time"

xx : **Toekomstvisie**

16 tot 24 bit databus  
1 à 4 K byte RAM  
16 à 64 K byte ROM  
+5 V voedingsspanning  
0.5  $\mu$ s "register add time"

Aantal in/uitgangen afhankelijk van behuizing

fig. 4.

---

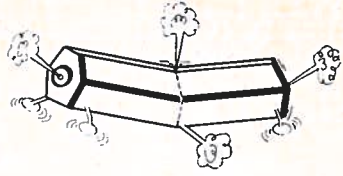
Men dient er bij deze toekomstvisie wel rekening mee te houden dat alleen aangegeven is wat fysisch mogelijk is. Als men met een bepaalde bouwsteen moet werken dan moeten er een groot aantal aansluitingen naar buiten gevoerd worden. Des te groter het aantal geïmplementeerde functies wordt, des te groter ook dit aantal aansluitingen wordt. Bij de huidige bouwstenen, die  $\approx$  68000 componenten bevatten, heeft men al 40 tot 64 verbindingen met de buitenwereld nodig. Wanneer men de mogelijkheid beschouwt van het integreren van 1.000.000 ( $10^6$ ) componenten dan zouden deze „uitvoer“-problemen weleens onoverkomelijk kunnen zijn.

Na deze algemene inleiding over microprocessors waarin geprobeerd is een beeld te geven over de ontwikkeling en eigenschappen van een microprocessor wordt in het volgende nummer dieper ingegaan op de technische aspecten van de microprocessor; de architectuur en de bijbehorende manier van programmeren.

wordt vervolgd

# LASER

EEN GLOBALE OMSCHRIJVING VAN  
DE WERKING VAN DE LASER



J. E. L. van Meegen  
vervolg van blz. 308

## 6. Soorten lasers

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen:

- Vaste stof lasers
- Gaslasers
- Halfgeleiderlasers

We zullen eerst de aandacht richten op:

### *Vaste stof laser*

Met een robijnstaaf als versterkend medium gelukte het in 1960 T.H. Maiman de eerste laser te bouwen. Een vaste laser dus.

Bij deze lasers kan een aantal stoffen als lasermateriaal gebruik worden b.v. bepaalde ionen van chroom (Cr) en neodmium (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 gebruikt worden (Nd-YAG- laser). De golflengte van de laserstraling mag dan verwacht worden 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. 11 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.

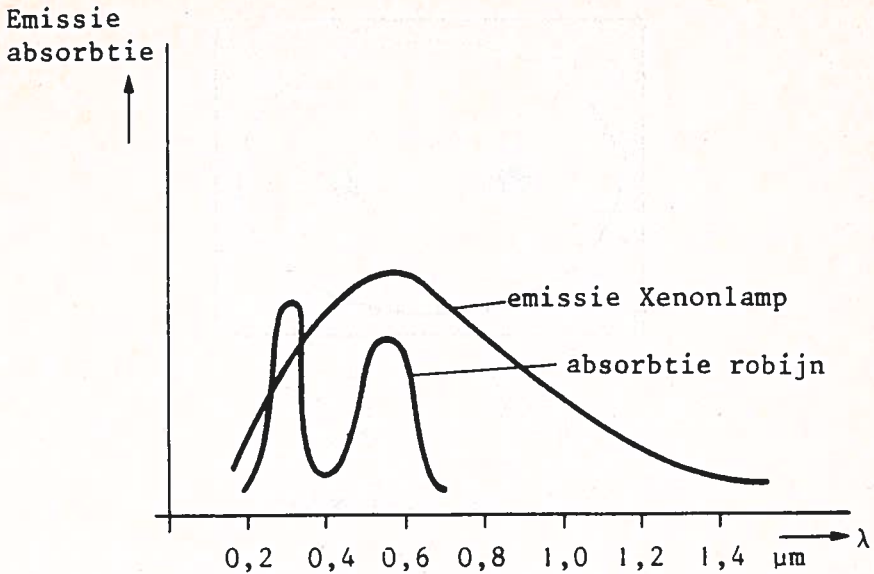


fig. 11. Energiespectra.

Om een zo hoog mogelijk rendement te verkrijgen moet aandacht besteed worden aan de geometrische opstelling van de flitslampen en het laser-materiaal. Met behulp van spiegels kan het licht van de flitslampen op het staafvormige laser materiaal gebracht worden.

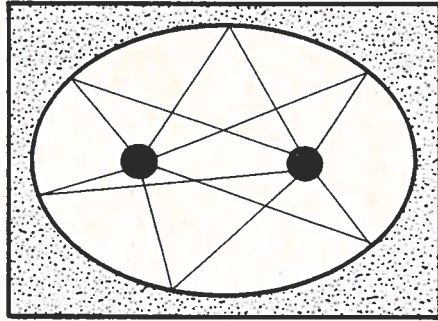
In de moderne vorm bestaat zo'n vaste stof laser (fig. 12) uit een huis van een elliptisch holle gepolijste metalen cilinder als reflector met in de ene brand-as de staafvormige flitslamp en in de andere brand-as de staafvormige laser robijn. Door de fokussing van de ellipstische spiegel wordt het door de flitslamp uitgezonden licht op de laserstaaf gebundeld.

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 drager-materiaal  $\text{CaF}_2$  met  $\text{U}^{3+}$  ionen kon worden gebruikt. Bij dit laser materiaal kunnen GaAs-laserdioden als pomplichtbron worden gebruikt. Het rendement kan dan oplopen tot 50%. Dit lasersysteem moet echter sterk gekoeld worden en is nog in een ontwikkelingsstadium.

De vaste stof lasers moeten allemaal met water gekoeld worden.

Om een groot uitgangsvermogen te verkrijgen, zal een grote pomppuls gegeven moeten worden. 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.



F
F  
Pomp
Laser  
lichtbron
staaf

fig. 12. opstelling vaste stof laser.

De eenvoudigste uitvoering van de optische resonator bij een vaste stofflaser bestaat uit de laserstaaf met aan beide zijden een gepolijst uiteinde eventueel voorzien van de gewenste spiegelvorm.

De spiegel kan opgedampt worden met zilver of een systeem van meerdere dieëlektrische laagjes. In enkele speciale gevallen worden wel losse spiegels gebruikt.

Een belangrijke grootte voor de kwaliteit van een laser is de zg. **drempel-energie**, dat is de minimale pompenergie die toegevoerd moet worden om de laseroscillator coherent licht te laten leveren.

Deze drempelenergie is afhankelijk van de lasermateriaal. Zoals eerder aangetoond is deze drempel voor een drie niveau systeem hoger als voor een vier niveau systeem.

Voor een robijnlaser is in het algemeen de drempelenergie van ca 120 J.

Met toenemende pompenergie boven de drempelenergie neemt de uitgangsenergie nagenoeg lineair toe. Zie fig. 13.

Het zogenaamde reuzepulseffect bij vaste stof lasers wordt als volgt opgewekt. Tijdens het optisch pompen, dat wil zeggen terwijl de opbouw van de bezettingsinversie 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 laser-materiaal 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 zg. "Rieserpuls" of "Giant-pulse". Omdat met dit systeem de kwaliteitsfactor min of meer geschakeld wordt, 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 bereikt worden.

Ondanks de benodigde hoge pomplicht vermogens 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 continue uitgangsvermogen van meer dan 1 watt verkregen kan worden.

De coherentie-eigenschappen van het licht van continue 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 lasers 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> bereikt worden.

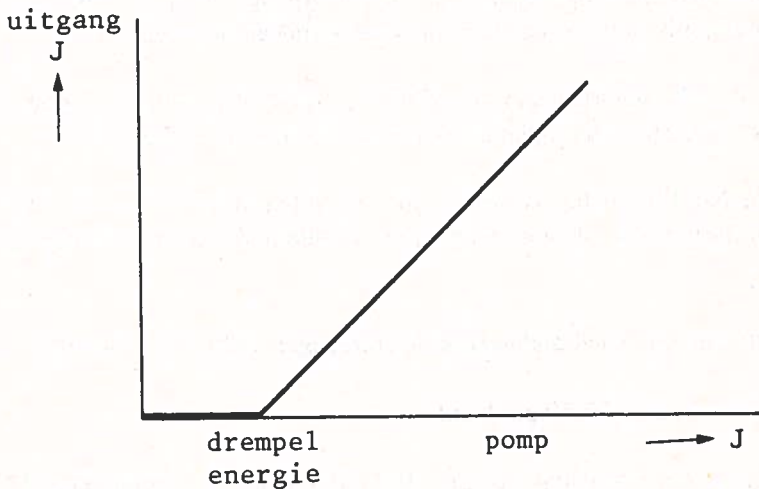


fig. 13. Drempelenergie

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 verkregen worden. Omdat de energietoevoer op een zeer klein oppervlak geconcentreerd kan worden, leent deze lasmethode met behulp van een laser zich ook goed voor lasverbinding 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.

---

## Opbergbanden

Het overzichtelijk opbergen van een jaargang, compleet met klapper vergemakkelijkt het terugzoeken van de gepubliceerde artikelen.

Voor het zelf inbinden van een jaargang Studieblad, zijn zgn. **spelbanden** beschikbaar; deze vervangen de tot nu toe bekende inbindbanden.

Een spelband biedt het voordeel dat verzending naar een boekbinder niet meer nodig is en dat elk nummer na lezing onmiddellijk kan worden ingespeeld.

Beschikbaar zijn: **spelbanden voor de jaargangen 1978, 1979 en 1980.**

De prijs bedraagt: **f 7,50 per band.**

Bestelling: door storting op **giro 4073** ten name van **Studieblad PTT – Den Haag** onder vermelding van het gewenste aantal banden.

# Examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens MT

De opgaven zijn opgesteld volgens het meerkeuze systeem.

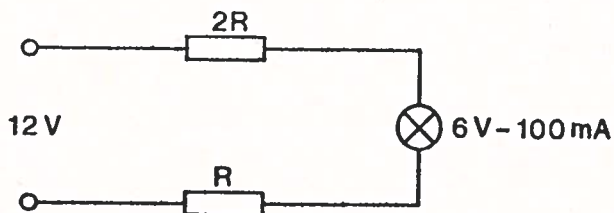
De oplossingen vindt men op blz. 350 en 351.

---

MT 1. Gedurende 3 minuten vloeit er door een draad een stroom van 4 A.  
De hoeveelheid elektriciteit die door de geleider is gegaan, bedraagt

- A  $\frac{3}{4}$  coulomb
  - B 12 coulomb
  - C 45 coulomb
  - D 720 coulomb
- 

De vragen 2 en 3 hebben betrekking op dit schema.



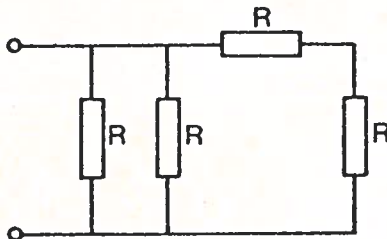
MT 2. De lamp brandt op de juiste spanning. De spanning over  $R$  is

- A 1 V
  - B 2 V
  - C 4 V
  - D 6 V
-

MT 3. Als de gloeidraad van de lamp stuk is, bedraagt de spanning over R

- A 0 V
  - B 4 V
  - C 6 V
  - D 12 V
- 

MT 4.



Voor elke R geldt:  $R = 1 \text{ k}\Omega$ .

De vervangingswaarde van schakeling bedraagt

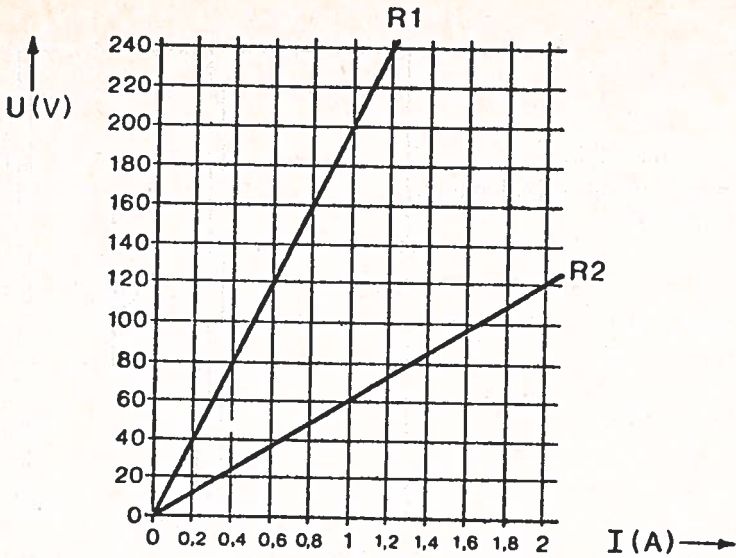
- A  $\frac{1}{3} \text{ k}\Omega$
  - B  $\frac{2}{5} \text{ k}\Omega$
  - C  $1\frac{1}{3} \text{ k}\Omega$
  - D  $2\frac{1}{2} \text{ k}\Omega$
- 

MT 5.

Uit de grafiek blijkt (zie blz. 343)

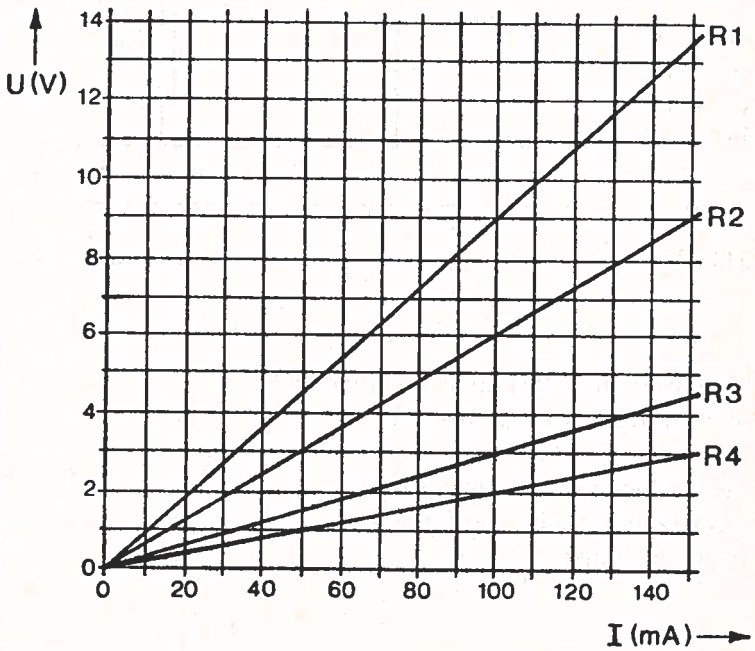
- A  $R_1 = 200 \Omega$  en  $R_2 = 60 \Omega$
- B  $R_1 = 200 \Omega$  en  $R_2 = 120 \Omega$
- C  $R_1 = 240 \Omega$  en  $R_2 = 60 \Omega$
- D  $R_1 = 240 \Omega$  en  $R_2 = 120 \Omega$





MT 6. Uit de grafiek blijkt

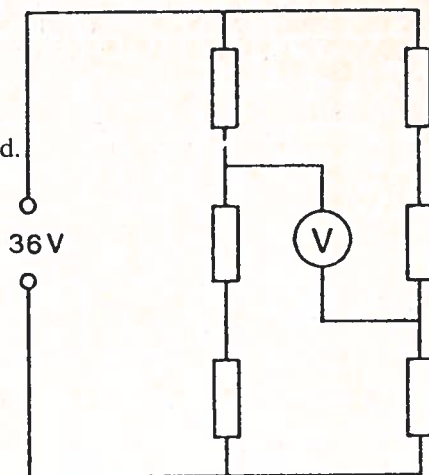
- |   |                             |   |                             |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
| A | $R3 = R1$ in serie met $R2$ | C | $R4 = R2$ in serie met $R3$ |
| B | $R3 = R1$ parallel met $R2$ | D | $R4 = R2$ parallel met $R3$ |



MT 7.

Alle weerstanden zijn gelijk.  
De voltmeter wordt ideaal verondersteld.  
De voltmeter wijst aan

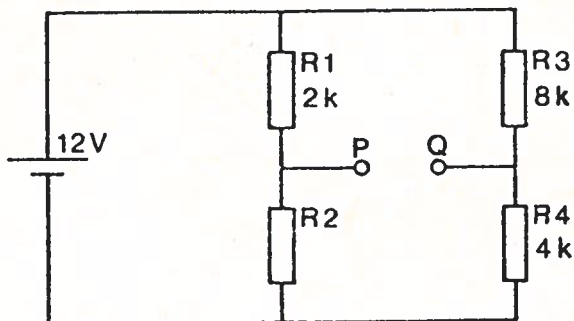
- A 0 V
- B 12 V
- C 24 V
- D 36 V



MT 8.

De spanning tussen  
P en Q bedraagt 6 V als

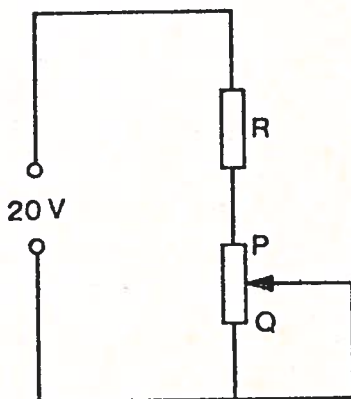
- A  $R_2 = 0,4 \text{ k}\Omega$
- B  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$
- C  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$
- D  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

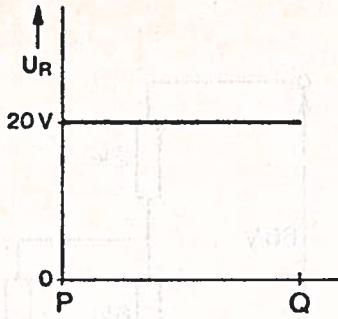


MT 9.

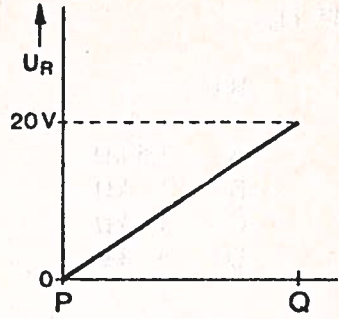
De loper van de lineaire potentiometer  
wordt verplaatst van P naar Q.

Het verloop van de spanning over de  
weerstand R is juist weergegeven  
in de figuur op blz. 345.

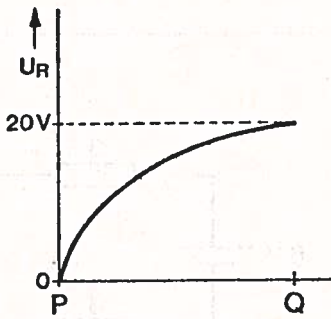




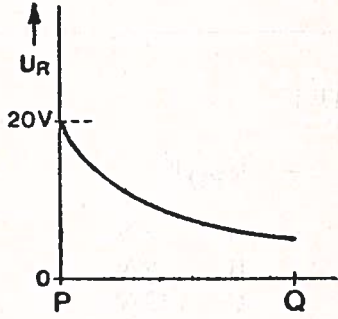
A



B



C

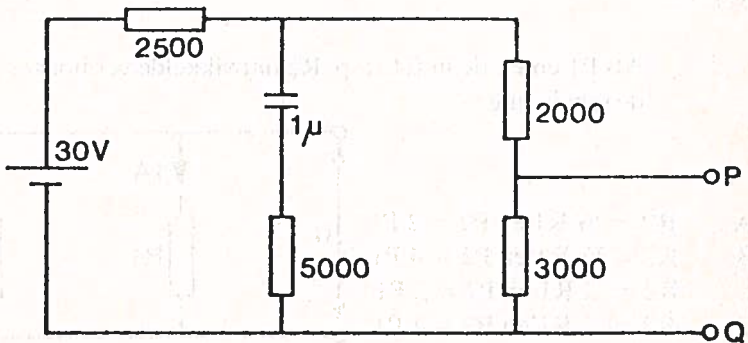


D

Mt 10.

$U_{P-Q}$  bedraagt

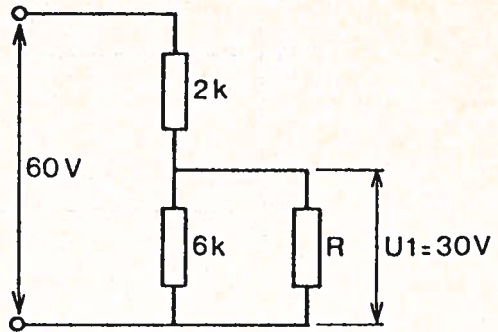
A	9 V	C	15 V
B	12 V	D	20 V



MT 11.

R is

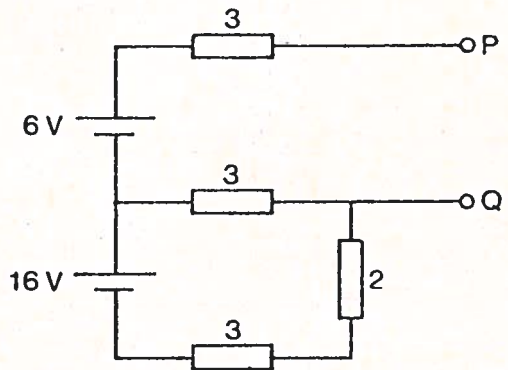
- A 1,5 k $\Omega$
- B 2 k $\Omega$
- C 3 k $\Omega$
- D 6 k $\Omega$



MT 12.

$U_{PQ}$  is

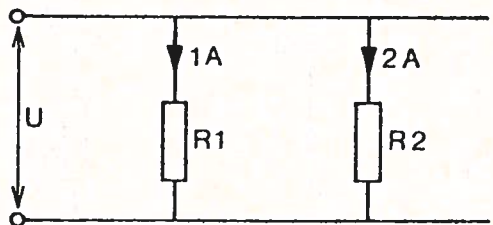
- A 6 V
- B 9 V
- C 12 V
- D 18 V



MT 13.

Als  $P_1$  en  $P_2$  de in  $R_1$  resp.  $R_2$  ontwikkelde vermogens zijn, geldt in de schakeling

- A  $R_2 = \frac{1}{2} R_1$  en  $P_2 = 2 P_1$
- B  $R_2 = \frac{1}{2} R_1$  en  $P_2 = 4 P_1$
- C  $R_2 = 2 R_1$  en  $P_2 = 2 P_1$
- D  $R_2 = 2 R_1$  en  $P_2 = 4 P_1$



# Technisch Engels

bewerkt door mej. C. V. Poolman en W. S. v. Dam

## Step-by-step Switching (II)

**Dialling tone** is returned to a subscriber when a free linefinder has **located** his line. The first **group selector** steps in response to the first **digit**, then **hunts for** a free second group selector. The second group selector steps in response to the second digit, then hunts for a third group selector **and so on**. Thus the call is **steered**, step by step, towards a **final selector**, and **thence** the called line, as **successive** digits of the number are dialled.

In **multi-exchange areas** a complex routing problem arises, and it is essential to ensure that the same number is dialled to reach an individual subscriber **irrespective of** the telephone exchange in which the call originates. Telephone numbers are therefore in two fields of digits. The first three (the code) identify the exchange and the last four digits (the **numericals**) define the location of the subscriber within the exchange.

**Group selector ranks are in code and numerical divisions** and local register/translators, or directors are provided which operate separately on the code and numerical parts of the number. The dialled digits are **stored** in the director. The code is translated and the director provides digits to set the code group selectors, **to suit** the routing arrangements of the originating exchange, directing the call to a 1st numerical group selector in the **destination exchange**. This can involve routing via an **intermediate exchange**.

Having completed the route, the director repeats the stored numerical digits to complete the final connection via 1st and 2nd numerical selectors and a final selector.

Overgenomen uit:

“Telecommunications Pocket Book”

samengesteld door T. L. Squires

uitg. Newnes-Butterworths, Londen.

## Explanatory notes

<b>dialling tone</b>	kiestoon
<b>to locate</b>	opsporen, de plaats bepalen van
<b>group selector</b>	groepkiezer
<b>in response to</b>	als reactie op
<b>digit</b>	cijfer
<b>to hunt for</b>	"jacht maken op", zoeken naar
<b>and so on</b>	enzovoorts
<b>to steer</b>	sturen
<b>final selector</b>	laatste kiezer
<b>thence</b>	daardoor, dus
<b>successive</b>	opeenvolgende
<b>multi-exchange areas</b>	gebieden met meerdere centrales
<b>irrespective of</b>	onafhankelijk van, zonder rekening te houden met
<b>numericals</b>	cijfers
<b>selector ranks</b>	kiestrappen
<b>are in code and numerical divisions</b>	zijn onderverdeeld naar netnummers en abonneenummers
<b>to store</b>	opslaan
storeroom	bergruimte
<b>to suit</b>	zich aanpassen aan, opvolgen
<b>destination exchange</b>	centrale van de opgeroepene
<b>intermediate exchange</b>	tussenliggende centrale
intermediate stop	tussenhalte
intermediary	bemiddeling, tussenpersoon

# Technische berichten

ing. B. Kieboom

## Optische communicatie, abonneenet

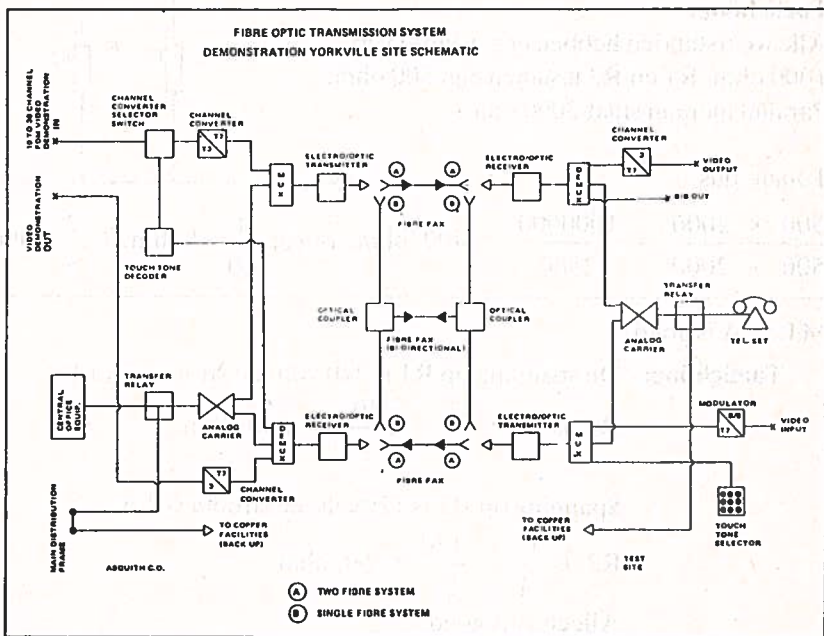
Anon.

Bell Canada begins unique fibre optic trial.

Op 12 december 1978 introduceerde Bell Canada een proefneming van een geïntegreerd optisch systeem, ontworpen door Bell Northern Research en geleverd door Northern Telecom Canada Limited.

Dit systeem is bedoeld als demonstratie van de geschiktheid van gelijktijdige transmissie van telefonie, data en video (CATV) over het distributienet.

Het experimentele optische abonneelussysteem bestaat uit een optische graded-index feeder van 1,2 km en max. 200 m graded-index vezelkabel naar elk van de 35 abonnees die aan de proef deelnemen. De proef zal 2 jaar duren. Het systeem en de kabels worden beschreven.



"Door een misverstand ter drukkerij werd deze figuur eerder in het septemnummer opgenomen"

Bron: Bidoc literatuur informatie.

# Oplossingen examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In dit nummer zijn enkele opgaven van de VEV-examens voor MT opgenomen. De hierna gegeven oplossingen zijn – waar nodig – van een nadere toelichting voorzien.

MT 1. D is goed.

**Toelichting:**

Eén coulomb komt overeen met een stroom van 1 amp. gedurende 1 sec. 3 minuten bevatten  $3 \times 60 = 180$  sec. Door de geleider is gegaan:  $180 \times 4 = 720$  coulomb.

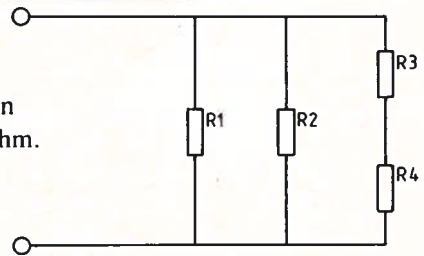
MT 2. B is goed.

MT 3. A is goed.

MT 4. B is goed.

**Toelichting:**

Alle weerstanden hebben een waarde van 1000 ohm. R1 en R2 tesamen zijn 500 ohm. Parallel hieraan staat 2000 ohm.



Totaal dus

$$\frac{500 \times 2000}{500 + 2000} = \frac{1000000}{2500} = 400 \text{ ohm, ofwel } \frac{4}{10} \text{ kohm} = \frac{2}{5} \text{ kohm.}$$

MT 5. A is goed.

**Toelichting:** De spanning op R1 is 240 volt; de stroom door R1 = 1,2 A.

$$R1 \text{ is dan: } \frac{U}{I} = \frac{240}{1,2} = 200 \text{ ohm.}$$

Spanning op R2 is 120volt; de stroom is 2 A.

$$R2 \text{ is } \frac{U}{I} = \frac{120}{2} = 60 \text{ ohm.}$$

Alleen A is goed.

MT 6. D is goed.

**Toelichting:**

Spanning op R1 = 13,5 volt. I door R1 = 150 mA.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{13,5}{0,15} = 900 \text{ ohm.}$$



Op gelijke wijze berekend:

$$R_2 = \frac{9}{0,15} = 60 \text{ ohm en } R_3 = \frac{4,5}{0,15} = 30 \text{ ohm. } R_3 \text{ is } 20 \text{ ohm.}$$

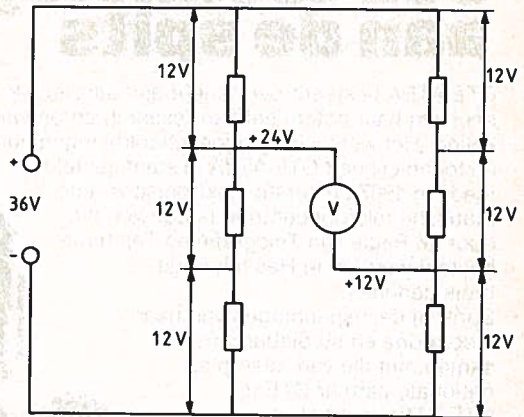
Alleen oplossing D voldoet hieraan.

MT 7. B is goed.

**Toelichting:**

In de figuur zijn de deelspanningen van alle weerstanden getekend.

Het verschil op de aansluitingen van de voltmeter is 12 volt (B).



MT 8. D is goed.

MT 9. D. is goed.

**Toelichting:**

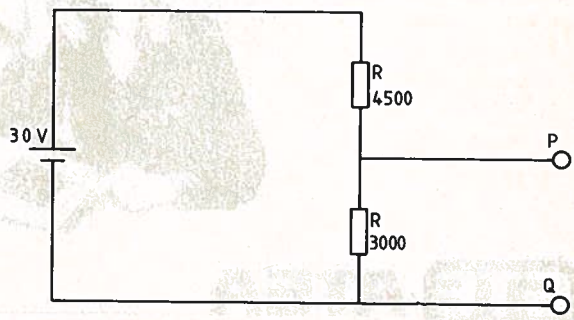
Wanneer de looper op P staat is de onderste weerstand kortgesloten. Op R staat dan 20 volt; dit betekent dat alleen mogelijkheden A of D in aanmerking komen. Verplaatsen van de looper doet de spanning over R verminderen; alleen D is dus goed.

MT 10. B is goed.

**Toelichting:**

De serieschakeling van C en R heeft geen invloed op de spanning P - Q.

De schakeling kan dus worden omgezet in:



$$P - Q \text{ is dan } \frac{3000}{7500} \times 30 = 12 \text{ V.}$$

MT 11. C is goed.

MT 12. C is goed.

MT 13. A is goed.

---

# Telekommunikatie, een technologie aan de spits

GTE-ATEA besteedt permanent een aanzienlijk deel van haar potentieel aan research en ontwikkeling. Het werk van hooggeschoolde ingenieurs en technici heeft GTE-ATEA in staat gesteld reeds in 1967 de eerste elektronische automatische telefooncentrale te bouwen die door de Regie van Telegrafie en Telefonie besteld werd en te Hasselt in gebruik genomen.

Dank zij de inspanningen van haar laboratoria en studie bureaus, samen met die van haar internationale partner GTE is GTE ATEA in staat te allen tijde produkten aan te bieden die tot de meest vooruitstrevende behoren. Met haar toekomstgerichtheid neemt GTE-ATEA een baanbrekende positie in.



---

**GTE ATEA**

GROOT HERTOGINNELAAN 8 - 2517 EG 's-GRAVENHAGE  
TEL. 070 - 65 69 03 - TELEX 31454 ATEA NL

---