

STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR
PTT PERSONEEL

Nr. 12, 34e jaargang december 1979

In dit nummer o.a.:

Nieuw meetnet

Bescherming van circuits

Laser

Over de transistor

Klapper 34ste jaargang



Het nieuwe telefoontoestel type SE 5

Dit installatie-type zal in een van de komende nummers van het studieblad worden beschreven.

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

redactie 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.

abbonement 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.



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 

Nieuw meetnet via draaggolfverbindingen t.b.v. de storingsdienst

P. M. Koopman

Inleiding

In elk telefoondistrict is er een centrale storingsdienst, veelal gevestigd in het districtscentrum, waar de klachten van abonnees ontvangen en ook behandeld worden (007).

Bij het behandelen van klachten van abonnees is het meestal noodzakelijk dat de betreffende abonnee-aansluiting wordt gemeten. Dit om meer gegevens te verkrijgen over de aard van de klacht. Hierdoor is het mogelijk te bepalen of de klacht een storing is of niet. In geval van storing is het voorts mogelijk te bepalen of de storing bij de abonnee thuis, in het kabelnet of in de telefooncentrale schuilt. In een beperkt aantal gevallen is onderzoek mogelijk vanuit de centrale storingsdienst.

In veel gevallen is het, in verband met de grote afstand waarover moet worden gemeten, goed mogelijk de metingen met voldoende betrouwbaarheid te verrichten; bijv. metingen als: toestel aanwezig, kiesschijfmetingen e.d.. Het gevolg is dat in veel gevallen de metingen vanuit de knooppuntcentrale (KC) worden uitgevoerd inplaats vanuit de centrale storingsdienst.

De werkwijze is dan als volgt:

Een klachtenbehandelaar geeft via een speciale telefoonlijn de klacht door aan een man in de KC. Deze meet de desbetreffende abonnee-aansluiting en spreekt zonodig met de abonnee. Nadat de man in de KC heeft bepaald of de klacht een storing is en waar deze zich bevindt, wordt de klacht teruggemeld aan de klachtenbehandelaar bij de centrale storingsdienst (006). Deze procedure vergt van de man in de KC nogal wat tijd en een administratieve bewaking van de klachten. Voor de centrale storingsdienst betekent deze procedure tijdverlies (soms aanzienlijk) en afhankelijkheid van anderen.

Een ander punt is dat binnenkort in veel gevallen de gelijkstroomlijnen van districtscentrale naar knooppuntcentrale niet meer beschikbaar zullen zijn, waardoor het zelfs onmogelijk wordt metingen in andere sectoren (welke alle via gelijkstroomlijnen dienen te verlopen) vanuit de centrale storingsdienst te verrichten.

Systeemopzet

Naar aanleiding van bovengenoemde tekortkomingen is, in nauw overleg tussen fabrikant en PTT, een nieuw systeem opgezet. Uitgangspunten hierbij zijn:

- de metingen moeten vanuit de centrale storingsdienst via draaggolflijnen kunnen worden uitgevoerd;
- om stagnatie te voorkomen moet koppeling met het openbare telefoonnet worden vermeden; de centrale storingsdienst krijgt hiertoe vaste draaggolfverbindingen met elk van de KC's in het gehele telefoondistrict;
- met één type 006-tafel moeten abonnee-aansluitingen in alle bestaande telefoonsystemen vanuit de centrale storingsdienst kunnen worden onderzocht.

Met het oog op de bovengenoemde uitgangspunten is het nieuwe meetnet op de volgende wijze uitgevoerd (fig. 1):

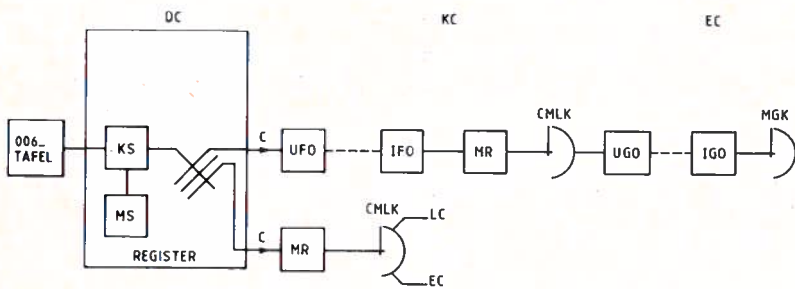


Fig. 1. Blokschema van meetnet via draaggolflijnen.

Verklaring der verkortingen:

DC = districtscentrale

KS = kiezerstroomloop

IS = instelstroomloop

UFO = uitgaande F-overdr.*)

MR = meetrobot

CMLK = C-meetlijnkiezer

LC = lokale overdrager

KC = knooppuntcentrale

IFO = inkomende F-lijn overdrager

UGO = uitgaande gelijkstroom overdr.

IGO = inkomende gelijkstroom overdr.

MGK = meetgroepkiezer

EC = eindcentrale

*) F-lijn is een versterkte verbinding met buiten-de-band signalering (zie blz. 357).

vanuit de 006-tafel bij de centrale storingsdienst wordt de richting waar zich de gestoorde aansluiting bevindt met behulp van een relaiskiestrap ingesteld; deze wordt uitsluitend voor het meetnet gebruikt.

Met behulp van een aan MFC verwante signalering wordt van hieruit de verbinding via draaggolflijnen opgebouwd¹⁾.

Tenslotte wordt de KC bereikt waar zich een z.g. meetrobot bevindt, welke de functie van de meetpost overneemt. Vanaf de meetrobot (MR) vindt de verdere verbindingsofbouw naar EC en abonnee via het bestaande meetnet plaats, met de voor dit net karakteristieke signalering. De taak van de MR is om vanaf de 006-tafel, met behulp van MFC-signalering, de gegeven opdrachten uit te voeren; de metingen via gelijkstroomlijnen te verrichten en de meetresultaten met behulp van mfc naar de 006-tafel te zenden. Het geheel is uitgevoerd in UV-techniek.

Het nieuwe meetnet zal, na koppeling van de diverse adm.-districten met de DC's Asd en Rt, worden gebruikt voor opschakelen door de internationale telefonistes in genoemde plaatsen.

Tevens is, na genoemde uitbreiding en mede door de uniforme opzet en procedure, het net betrekkelijk eenvoudig geschikt te maken voor geautomatiseerd storingsonderzoek buiten de normale werkuren (**Automatisch Meten Op Afstand**).

Korte functiebeschrijving van de belangrijkste tot het meetnet behorende onderdelen.

A. 006-tafel

Deze bestaat uit de oorspronkelijk aanwezige meetlessenaar waarvan de oude panelen met toetsen, lampjes en meters door nieuwe panelen zijn vervangen; daar de meetresultaten als goed/fout worden aangegeven komen in de nieuwe panelen geen meters meer voor, maar uitsluitend toetsen en lampjes.

Voor het inzenden van kiesinformatie wordt van een kiesklavier gebruik gemaakt. Voor de lokale centrale en de centrales met een verkort netnummer zijn acht afzonderlijke toetsen beschikbaar d.w.z. elke toets vertegenwoordigt een bepaald net. Door het bij de 006-tafel behorende register wordt na het indrukken van een dergelijke toets een gefingeerd vier-cijferig netnummer gevormd; alle verbindingen worden op deze wijze met behulp van vier-cijferige netnummers opgebouwd.

¹⁾ MFC staat voor **M**ulti **F**requency **C**ode. Een artikel over deze materie verscheen eerder in het Studieblad PTT 1972, blz. 176 e.v.

Met behulp van andere toetsen kunnen de volgende opdrachten worden gegeven:

1. toestandopdrachten:
 - a) galvanisch doorschakelen
 - b) lijnstroomloop in rust
 - c) speciaal akoestisch doorschakelen.

2. overige opdrachten:
 - a) nabootsen oproep
 - b) huiltoneel
 - c) opschakelen
 - d) galvanisch doorschakelen naar een bezette of afgeworpen ab.lijn
 - e) belstroom.

3. afzonderlijke meetopdrachten:
 - a) aantal kiesimpulsen
 - b) frequentie kiesimpulsen
 - c) impulsverhouding
 - d) lengte kiesimpuls bij cijfer 1
 - e) isolatie a-b, a-aarde, b-aarde
 - f) vreemde spanning a-draad, idem b-draad
 - g) toestel aanwezig.

4. seriemeting:

de metingen 3e, 3f, en 3g worden in één opdracht achtereenvolgens uitgevoerd.

Naast de bovengenoemde, voor alle telefoonsystemen c.q. fabrikaten gewenste opdrachten is er ruimte gelaten voor enkele systeemafhankelijke opdrachten. Hierdoor kunnen specifieke extra mogelijkheden van systemen worden benut.

Vrijgeven zonder kennis van kiesinformatie uit het registergeheugen is op elk moment mogelijk; na geven van „kiesende”, in de vorm van een toestandsopdracht, wordt de verbinding automatisch vanuit het 006-register opgebouwd.

Na het kiezen van het abonneenummer van de gestoorde aansluiting moet altijd „kiesende” worden gegeven in de vorm van een toestandsopdracht. De verbindingsofbouw vanaf de 006-tafel wordt gestart zodra de eerste kiestrap kan worden ingesteld.

B. 006-register

Dit bestaat o.a. uit een geheugen met elf geheugenplaatsen, waarin de vereiste kiesinformatie wordt opgeslagen.

Verder is er een kiestrap ingebouwd, bestaande uit reedrelais, welke 20 richtingen met in totaal 20 uitgangen kan bereiken. Het markeren van de richtingen gebeurt met een markeerstroombank/nummeronderzoeker, welke daarnaast ook het startmoment voor het uitzenden van de cijfers verzorgt.

Tevens is het register uitgerust met MFC-zenders en -ontvangers om ir samenwerking met de meetrobots de heen- en terugsignalering voor de verzorgingsopbouw, de meetopdrachten en de meetresultaten te verzorgen.

C. Signalering van de 006-tafel met verwijderde kiestrap en meetrobots

Er wordt gebruik gemaakt van de reeds eerder genoemde MFC-signalering, waarbij grotendeels de procedure wordt gevolgd zoals gebruikelijk bij MFC op interlokale lijnen.

Voorkomende afwijkingen hebben betrekking op: a) de betekenis van signalen en signaalgroepen; b) de inzend- en procedurebewaking.

De heensignalen zijn verdeeld in de groepen I t/m IV. De bijbehorende terugsignalen zijn ondergebracht in resp. de groepen a t/m d. Functioneel kan aan de groepen de volgende betekenis worden gehecht:

Groep I : kiesinformatie voor bereiken van de gestoorde aansluiting en de eerste te zenden toestandsopdracht,

Groep II : volgende toestandsopdrachten en vraag om systeemtype,

Groep III: meetopdrachten, shifts²⁾ naar andere signaalgroepen (II en IV) en einde van een continu opdracht (bijv. opschakelen, huiltoneel of belsignaal).

Groep IV: kiesinformatie voor nabootsen oproep.

Groep a t/m d: de respons op de in de respectieve groepen I t/m IV gegeven opdrachten.

²⁾ Betekenis van "shift": verschuiven naar andere signaalgroep.

Na belegging van de uitgaande frequentie-overdrager (UFO) door de 006-tafel wordt door de UFO een „buiten de bandsignaal” (buba) uitgezonden, waardoor de MFC-apparatuur in de meetrobot (of op afstand bediende kiestrap, zie F) wordt aangeschakeld en de spreekwegen worden afgeschakeld. Buiten de bandsignalen zijn frequenties *boven* de band 300 - 3400 Hz, bijv. 3850 Hz.

De samenwerking tussen 006-tafel en meetrobot begint in groep I en wordt beëindigd met een laatste terugsignaal.

De samenwerking met de MR wordt hervat in groep III na een buba-sigitaal. Tussen deze toestanden is de MR (in ieder geval het systeem-onafhankelijke deel (zie punt D) doorgeschakeld voor spraak- of akoestische signalen.

Fig. 2 geeft het blokschema van de verschillende overgangen tussen de MFC-sigitaalgroepen.

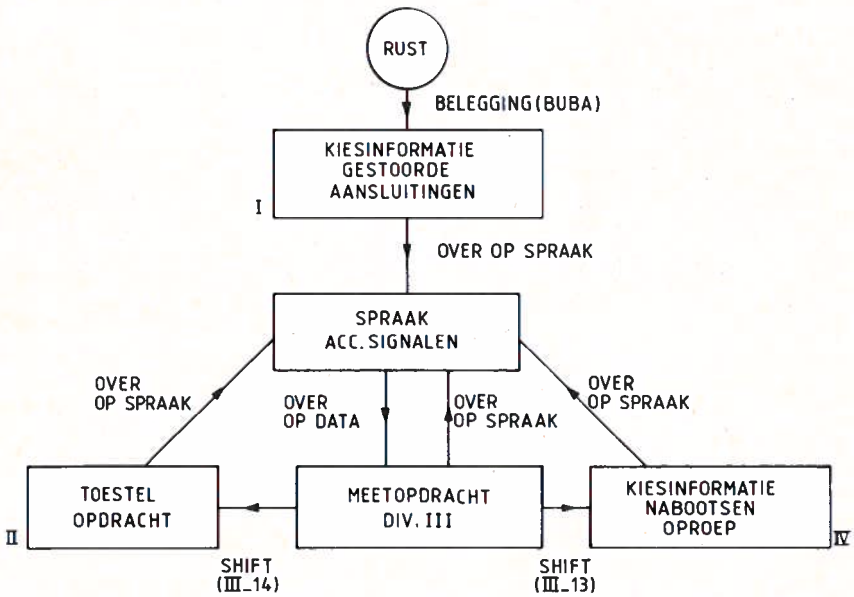


fig. 2. Blokschema van overgangen tussen MFC-sigitaalgroepen.

D. Meetrobot (fig. 3)

Deze bestaat uit een systeemafhankelijk (SON) en een systeemafhankelijk deel (SAF).

Het systeemafhankelijke deel kan worden beschouwd als het eindpunt van dat deel van het meetnet, waarbij in alle gevallen van dezelfde signalering, de in punt C genoemde MFC-signalering gebruik wordt gemaakt.

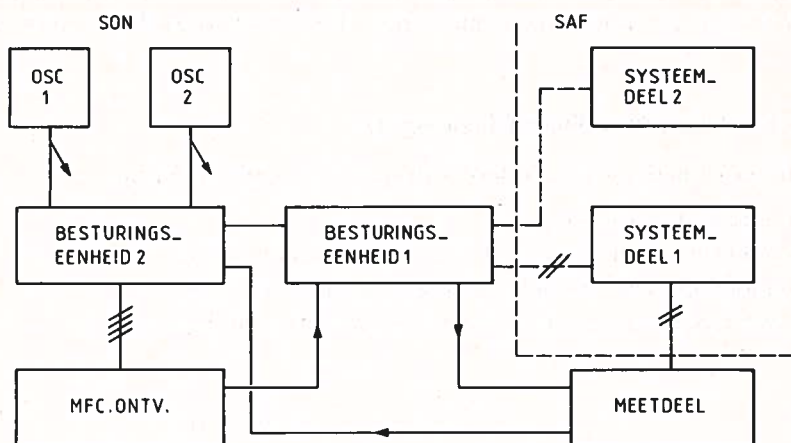


fig. 3. Blokschema van meetrobot.

De meetrobot (MR) bevat tevens de eigenlijke meetapparatuur. Het systeemafhankelijke gedeelte verzorgt de aanpassing op het achterliggende deel van het draaggolfmeetnet en wordt bepaald door het telefonesysteem waarvan de gestoorde aansluiting deel uitmaakt. Het systeemafhankelijke deel kan met twee verschillende systeemafhankelijke delen samenwerken. De keuze tussen deze beide delen wordt gemaakt door analyse van het eerste cijfer dat aan de MR wordt aangeboden; ook kan na deze analyse antwoord worden gegeven op de vraag vanaf de 006-tafel naar het systeemtype.

Verdere onderscheidingen welke met behulp van deze cijferanalyse kunnen worden gemaakt zijn:

- statische lijnstroomloop of scheidingsrelais;
- 48 V of 60 V systeem;
- één van de vijf kenmerken voor het aangeven van de lijnlenkte naar de EC (ter compensatie van storende lijncapaciteit bij meting „toestel aanwezig”).

Het systeemafhankelijke deel bestaat verder uit twee besturingseenheden, twee MFC-oscillatoreenheden en een MFC-ontvanger.

Aangezien de metingen voor de verschillende systemen gedeeltelijk gelijk zijn en voor het overige vrij veel overeenkomst vertonen is één type meetdeel ontworpen dat per systeem verschillend kan werken. Met één meetrobot kunnen ca. 25 000 abonnees worden bediend. Voor het geval dit aantal in ruime mate wordt overschreden dienen meerdere MR's te worden toegepast; deze maken dan van de reeds aanwezige MFC-oscillatoreenheden gebruik.

E. Kiestrap achter 006-tafel (zie fig. 4)

De mogelijkheden van de relaiskiestrap achter de 006-tafel zijn:

- a) onderzoek van S-cijfer;
- b) onderzoek van A-cijfer voor twee waarden van S;
- c) onderzoek van B-cijfer voor één waarde van SA;
- d) onderzoek van C-cijfer voor één waarde van SAB.

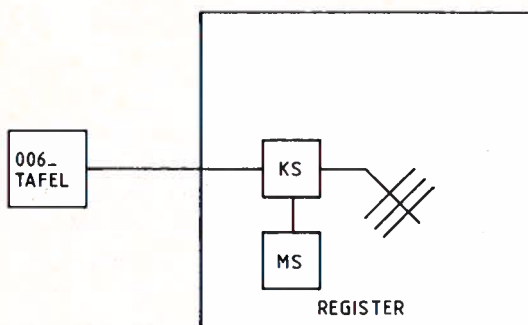


fig. 4. Relaiskiestrap achter 006-tafel

Toelichting op betekenis van S – A – B – C cijfers (voorbeeld):
het netnummer 0 1 7 1 0 wordt uitgedrukt in:

 | | | |
 S A B C
SABC

De kiestrap achter de 006-tafel kent maximaal 20 uitgangen met max. 20 richtingen.

F. Verwijderde kiestrap (fig. 5)

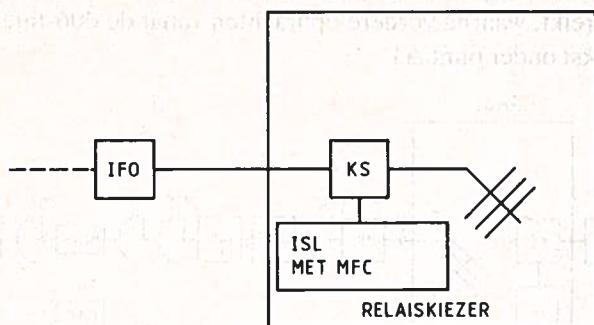


fig. 5. Verwijderde kiestrap (wordt op afstand gestuurd).

Dient voor onderzoek van:

- a) het eerste
- b) voor twee waarden van a) het tweede ontvangen cijfer.

De markeerstreamloop van deze kiezer kan twee kiestrappen bedienen; de analysemogelijkheid is hiertoe verdubbeld.

Als voorbeeld van een verbindingsofbouw wordt het geval gekozen waarbij de gestoorde aansluiting zich in een UR-eindcentrale bevindt en vanuit het administratieve district wordt gemeten (fig. 6).

In het geschetste voorbeeld wordt na ontvangst van het SA-cijfer de richting naar het technische district ingesteld en daarna het B-cijfer als eerste cijfer met MFC op de lijn gezonden. Met behulp van dit cijfer wordt de verwijderde kiestrap in het technische district ingesteld op de richting, behorende bij de eigen sector. Hierna wordt de MR bereikt. Na het MFC-terugsignaal „zendt volgend cijfer” vanuit de verwijderde kiestrap wordt het C-cijfer gezonden; dit wordt als eerste cijfer door de MR in MFC-code ontvangen.

Met behulp van dit cijfer wordt het achterliggende systeemtype bepaald, waarna door het systeemafhankelijke deel van de MR de verdere verbindingsoopbouw via de CMLK, de MGK, de MTK en de MEK met de voor het UR-systeem karakteristieke signalering plaatsheeft. Hierna wordt de gestoorde aansluiting bereikt, waarna verdere opdrachten vanaf de 006-tafel kunnen volgen (zie de tekst onder punt A).

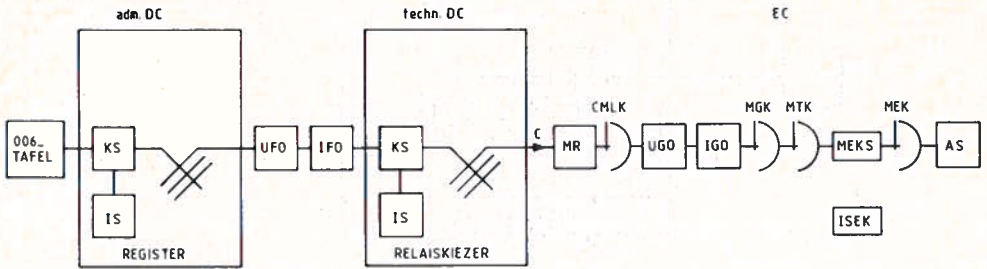


fig. 6. Voorbeeld van verbindingsoopbouw.

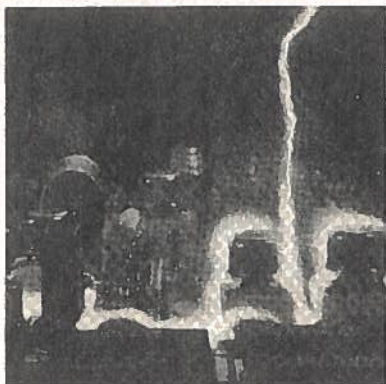
Verklaring der verkortingen in fig. 6:

- | | |
|--|---|
| KS = kiezerstroomloop | IGO = inkomende gelijkstroomoverdrager |
| IS = instelstroomloop | MGK = meetgroepkiezer |
| UFO = uitgaande F-lijn overdrager | MTK = meetkiezer |
| IFO = inkomende F-lijn overdrager | MEKS = meeteindkiezer stroomloop |
| MR = meetrobot | ISEK = instelstroomloop voor eindkiezer |
| CMLK = C-meetlijnkiezer | MEK = meeteindkiezer |
| UGO = uitgaande gelijkstroomoverdrager | AS = abonnee-aansluiting |

U wilt meer weten ? ?

STUDIEBLAD PTT

is er goed voor



BESCHERMING CIRCUITS TEGEN HOGE SPANNINGEN

Drs. C. Vader

Invloed op transmissiekabels

Er zijn 4 manieren waarop een bliksemontlading invloed kan uitoefenen op transmissiekabels:

1. Voltreffer: de kabel doorloopt een gebied van directe inslag.
2. Bodempotentiaal ten gevolge van de aardstroom.
3. Inductiespanning ten gevolge van de snel veranderende ontlaadingsstroom.
4. Influentiespanning door capacatieve koppeling met de lading van overdrijvende wolken en met de snel veranderende lading bij bliksemoverslag.

In de praktijk blijken alleen de effecten 1 en 2 in staat ernstige schade te veroorzaken.

Het onder 4 genoemde capacatieve effect is alleen merkbaar bij bovengrondse leidingen (aan palen).

De capacatieve storing blijft beperkt tot signaalvervorming en ruis; schade aan de apparatuur wordt hierbij niet teweeg gebracht.

Het onder 3 genoemde effect bestaat uit inductiespanningen die dicht bij de inslag kunnen oplopen tot maximaal 2 kV; de gemiddelde piekspanning bedraagt 1 kV.

De inductiespanning is het gevolg van de steile voorflank van de ontleding, dus de sterkste stroomtoename ter grootte van enige honderden MV per sec.

De voorflank is evenwel van zeer korte duur, (slechts enige micro sec.) en de breedte van de inductiepiek is overeenkomstig.

Een dergelijke kortdurende spanningspiek heeft slechts een geringe energie-inhoud en wordt, vooral in grondkabels, sterk gedempt. Bovendien krijgen alle aders en de mantelgeleider ter plaatse, precies dezelfde inductiespanning, zodat een te hoge spanning tussen aders onderling niet voorkomt.

Tevens zorgt de omringende bodem door zijn geleidingsvermogen voor een zekere afscherming.

Dus ook het inductie-effect is voornamelijk beperkt tot luchtkabels, waarbij de demping gering is en de afscherming door de bodem ontbreekt.

Bovengrondse telecommunicatieleidingen komen in ons land weinig meer voor, doch worden buiten ons land, o.a. in Zwitserland, U.S.A. en Canada nog op grote schaal toegepast om voor de hand liggende redenen.

Een kabelsleuf uithakken in harde rots is immers vele malen duurder dan het plaatsen van palen.

Zoals bekend, is tegen een voltreffer weinig bestand; het getroffen kabeldeel wordt meestal beschadigd.

Luchtleidingen hebben een grotere kans getroffen te worden door een directe inslag dan grondkabels, hoewel het verschil in trefkans minder groot is dan men bij oppervlakkige beschouwing zou denken.

Het onder 2 genoemde aardstroom-effect heeft geen invloed op luchtleidingen, doch is bij grondkabels de belangrijkste bron van narigheid.

Voor grondkabels is er geen principieel verschil tussen het effect van directe inslag en dat van de aardstroom.

Het verschil is slechts gradueel, het is een kwestie van afstand tussen kabel en punt van inslag.

Luchtleidingen ondervinden alleen maar schade van een voltreffer, niet van een nabije inslag in de bodem.

De aardstroom kan echter nog op vele tientallen meters van het inslagpunt uitgebreid onheil aanrichten.

Men moet de trefkans van grondkabels dus beslist niet onderschatten.

Inslag in de grond

De ontladingsstroom verdeelt zich halfbolvormig in de grond. De weerstand tussen een halve bol van straal r_0 en $r \rightarrow \infty$ is

$$R(r_0) = \frac{\rho}{2\pi r_0}$$

waarin p de specifieke weerstand van de bodem in ohm-meter en r_0 de afmeting van het gebied van directe inslag aangeeft.

De spanning in het inslagpunt is

$$U(r_0) = IR(r_0) = \frac{p \cdot I}{2\pi \cdot r_0}$$

tabel 2.

Aanname: goed geleidende (natte) grond, $p = 100 \text{ ohm-m}$ $E_0 = 2.5 \times 10^5 \text{ V/m}$.

I (kA)	r_0 (m)	R (ohm)	U (kV)
10	0,8	20	200
20	1,1	14	280
50	1,8	9	450
100	2,5	6,3	640
200	3,6	4,5	900
250	4,0	4	1000

tabel 3.

Aanname: slecht geleidende (droge) grond, $p = 1000 \text{ ohm-m}$ $E_0 = 5 \times 10^5 \text{ V/m}$.

I (kA)	r_0 (m)	R (ohm)	U (kV)
10	1,8	90	900
20	2,5	64	1250
50	4,0	40	2000
100	5,8	28	2900
200	8,0	20	4000
250	9,0	18	4500

tabel 4.

$\downarrow I \quad r \rightarrow$	10 m	20 m	50 m	100 m	200 m	500 m	1000 m
10 kA	16 kV	8 kV	3,2 kV	1,6 kV	800 V	320 V	160 V
20 kA	32 kV	16 kV	6,4 kV	3,2 kV	1,6 kV	640 V	320 V
50 kA	79 kV	40 kV	16 kV	8 kV	4 kV	1,6 kV	800 V
100 kA	159 kV	79 kV	32 kV	16 kV	8 kV	3,2 kV	1,6 kV
200 kA	318 kV	159 kV	64 kV	32 kV	16 kV	6,4 kV	3,2 kV
250 kA	398 kV	199 kV	79 kV	40 kV	20 kV	8 kV	4 kV

De veldsterkte in het punt van inslag is

$E = p \cdot j$ (met j de stroomdichtheid in A per m²).

$$j(r_0) = \frac{I}{2\pi r_0^2},$$

$$\text{zodat } E = \frac{p \cdot I}{2\pi r_0^2}$$

De veldsterkte kan niet onbeperkt hoog zijn; bij een veldsterkte E tussen $2,5 \times 10^5$ en 5×10^5 V/m treedt plasmavorming op en wordt het medium goed geleidend.

Deze veldsterkte heet het break-down veld, deze markeert het gebied van directe inslag.

De specifieke weerstand van de bodem varieert tussen minimaal 20 ohm-meter (natte veengrond, natte klei) tot maximaal 3000 ohm-meter.

(droge zandgrond; Veluwe, Zuid-Limburg).

Voor redelijk goed geleidende grond kan gemiddeld worden aangenomen een waarde van 100 ohm-meter, voor slecht geleidende grond gemiddeld 1000 ohm-meter. Zie tabel 2 en 3.

In grond van 100 ohm-meter bedraagt het directe inslaggebied 1 tot 4 m; in grond van 1000 ohm-meter is dit 2 tot 10 m.

Deze afmetingen gelden ook voor de diepterichting, waaruit volgt, dat de kabels nimmer zo diep liggen, dat ze te allen tijde gevrijwaard zijn voor voltreffers.

In ons land reikt de hoogohmige droge grond niet dieper dan enige tientallen meters, want vanaf het grondwaterniveau heeft de bodem een veel lagere specifieke weerstand. In het gebied van directe inslag heerst evenwel de maximale veldsterkte die behoort bij de droge grond. Het gevolg is een r_0 gelijk aan die van droge grond en een inslagpotentialiaal ongeveer gelijk aan die van goed geleidende grond.

$$\text{De aardpotentialiaal is } U(r) = \frac{p \cdot I}{2 \pi r},$$

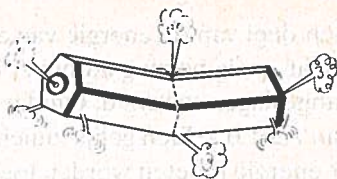
waarin r = afstand tot het inslagpunt en p = specifieke weerstand van de bodem.

Om een idee te vormen van de spanning die een geleider nog op een aanzienlijke afstand van het inslagpunt kan treffen is tabel 4 gegeven. Deze tabel geldt alleen voor grond van 100 ohm-meter, omdat deze de voor ons land meest reële situatie weergeeft.

wordt vervolgd

LASER

EEN GLOBALE OMSCHRIJVING VAN
DE WERKING VAN DE LASER



J. E. L. van Meegen
Vervolg van blz. 340

Gaslaser

Bij een gaslaser bestaat het versterkend medium uit een gasmengsel. Met de atomen van één van de gassen uit het gasmengsel wordt de bezettingsinversie opgebouwd. De atomen van edelgassen komen hiervoor in aanmerking (Ne, Ar, Xe), echter ook wel atomen van Cadmium, Caesium of moleculen van CO_2 , CO of NO.

Het toevoeren van energie door optisch pompen wordt bij een gaslaser nagenoeg niet toegepast.

Naar gelang het systeem van overdracht van energie dat door het pomp-systeem wordt toegepast, kunnen gaslasers worden verdeeld in drie groepen:

1. lasers met een neutraal atomair gas, b.v. HeNe laser;
2. ionen lasers, b.v. Argon-ionen laser;
3. moleculaire lasers, b.v. CO_2 -laser.

Het verschil bij deze drie groepen bestaat uit de manier waarop de pomp-energie gebruikt wordt om de inversie in bezettingsdichtheden te verkrijgen.

Om een atoom in een hogere energie toestand te brengen, kan de energie ook toegevoerd worden door botsing van een vrij elektron met een atoom. Tijdens de botsing geeft het elektron een deel van zijn kinetische energie af aan het atoom. Voor de praktische uitvoering van deze methode worden in een gas door het aanleggen van een elektrisch veld de ionen en vrije elektronen elektronen vrijmaken. De in de gasontlading ontstane vrije elektronen worden door het elektrisch veld zo versterkt, dat ze door botsing andere atomen in een hogere energietoestand brengen.

Door hun thermische beweging kunnen in een gas ook atomen onderling botsen. Hebben na zo'n botsing de beide atomen dezelfde energie toestand, dan wordt gesproken van een elastische botsing, vergelijkbaar met de botsing tussen twee biljartballen. Het is echter ook mogelijk dat een atoom A (dat in een aangeslagen toestand verkeert) botst met een atoom B (dat in de grondtoestand is).

Een deel van de energie van atoom A wordt dan aan atoom B overgedragen zodat na de botsing atoom A in de grondtoestand verkeert en atoom B in de aangeslagen toestand. Omdat de energiewaarde van de aangeslagen toestand van A of B zelden gelijk zullen zijn, komt er bij zo'n botsing energie vrij of zal er energie moeten worden toegevoerd. Wanneer de atomen nagenoeg gelijke niveaus voor een aangeslagen toestand hebben, is de kans op een inelastische atoombotsing het grootst. Bij de HeNe laser vindt een combinatie van elektronenbotsingen plaats om de pompwerking te verkrijgen.

Bij de tot nu toe besproken lasers werden frequentie-overgangen beschouwd die door discrete energieniveaus van het atoom zelf gekenmerkt waren. Bij de moleculaire lasers, b.v. de CO₂-laser, zijn ook energietoestanden bepaald door de verschillende trillingsmogelijkheden van het molecuule. Het CO₂ molecuule kan energie bezitten in verschillende niveaus die door de rotatie- en de trillingsenergie van het molecuule bepaald worden. Deze trillingsvormen zijn, evenals de energietoestanden van de atomen gequantiseerd. De laserovergang heeft plaats tussen twee trillingsvormen van het molecuule.

De HeNe laser is op dit moment een zeer veel gebruikte gaslaser. Aan de hand van het energieniveauschema zal in het kort de werking verklaard worden.

In de HeNe-laser werken de Ne-atomen als versterkend medium en de He-atomen als aanstralingsmechanisme. Het niveauschema van het Ne-atoom is dus belangrijk, zie fig. 14.

De energie niveaus zijn geen smalle lijnen, maar als banden aangegeven. De eigenschappen voor de enkele niveaus binnen die banden zijn gelijk, zodat het gerechtvaardigd is een band als niveau te bekijken. De afstanden tussen de banden onderling is duidelijk groter dan de afstand tussen de niveaus binnen één band.

Om de opbouw van de inversie van de bezettingsaantallen op de niveaus te kunnen bepalen is het belangrijk de verblijftijd van de atomen in de aangeslagen toestanden te kennen.

Het niveau E₃ is eenvoudig door elektronenbotsing aan te slaan, zodat tussen E₃ en E₂ de overgang voor gestimuleerde emissie gebruikt kan worden. De levensduur van E₃ bedraagt ongeveer 10⁻⁶ s, de levensduur van E₂ bedraagt ongeveer 10⁻⁸ s, zodat deze twee niveaus samen met E₁ en het grondniveau een vier niveau laser kan opleveren. De waarschijnlijkheid voor spontane emissie zal voor de overgang tussen E₂ en E₁ groter zijn dan tussen E₃ en E₂, hetgeen de

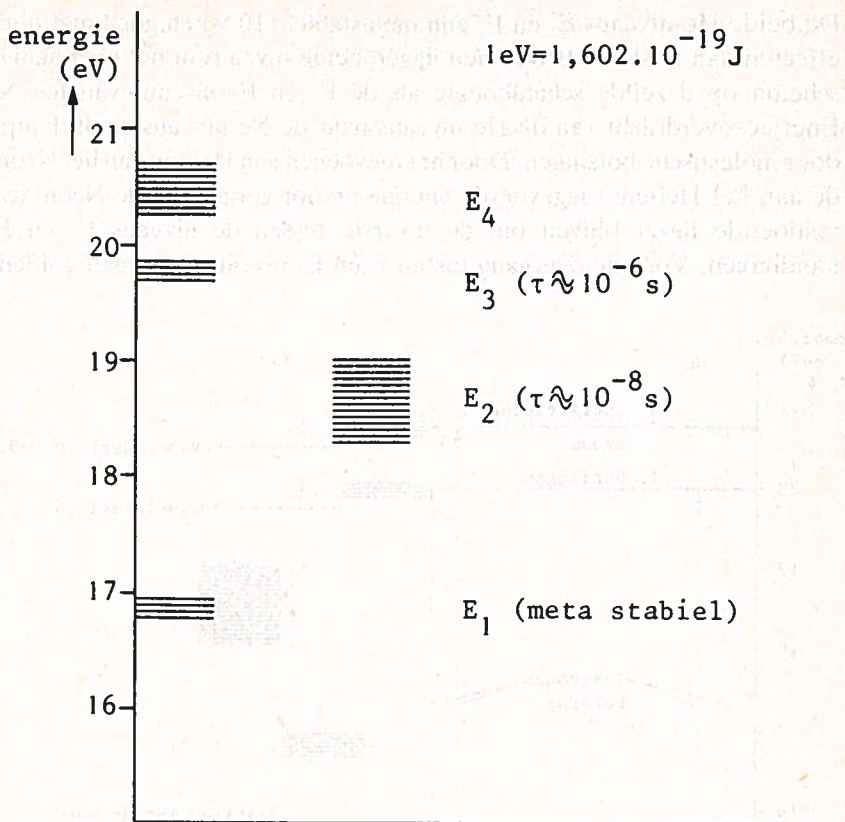


fig. 14. Het energieniveauschema van Neon.

gestimuleerde emissie tussen E_3 en E_2 bevordert. Er is echter een nadeel. Hoe kleiner de bezetting op E_2 is, des te sneller is de inversietoestand tussen E_2 en E_3 bereikt. Door spontane emissie loopt E_2 zeer snel leeg. De Neon atomen vallen dan terug naar E_1 , wat een metastabiel niveau is met een zeer grote levensduur (10^{-3}s).

Dit houdt in dat de kans van bezetting van E_2 door elektronenbotsingen weer groter wordt, waardoor de inversie tussen E_2 en E_3 vermindert. Door een ander proces moet dus het E_3 niveau aangeslagen of aangevuld worden. Javan ontdekte dat door toevoeging van Helium een goede overbezetting van het E_3 -niveau verkregen kan worden. Aan het niveauschema van het Neon wordt het schema van het Helium toegevoegd (zie figuur 15).

De beide He-niveaus E_2 en E_1 zijn metastabiel (10^{-3} s) en goed met botsingseffecten aan te slaan. Bovendien liggen beide niveaus in het energieniveauschema op dezelfde schaalhoogte als de E_3 en E_4 niveaus van het Neon. Energie-overdracht van de He niveaus naar de Ne niveaus vindt dan plaats door inelastische botsingen. Door het toevoegen van Helium aan het Neon kan de aan het Helium toegevoerde energie ervoor zorgen dat de Neon niveaus voldoende bezet blijven om de inversie tussen de niveaus E_2 en E_3 te handhaven. Voor de overgang tussen E_3 en E_2 niveau zijn twaalf golflengten

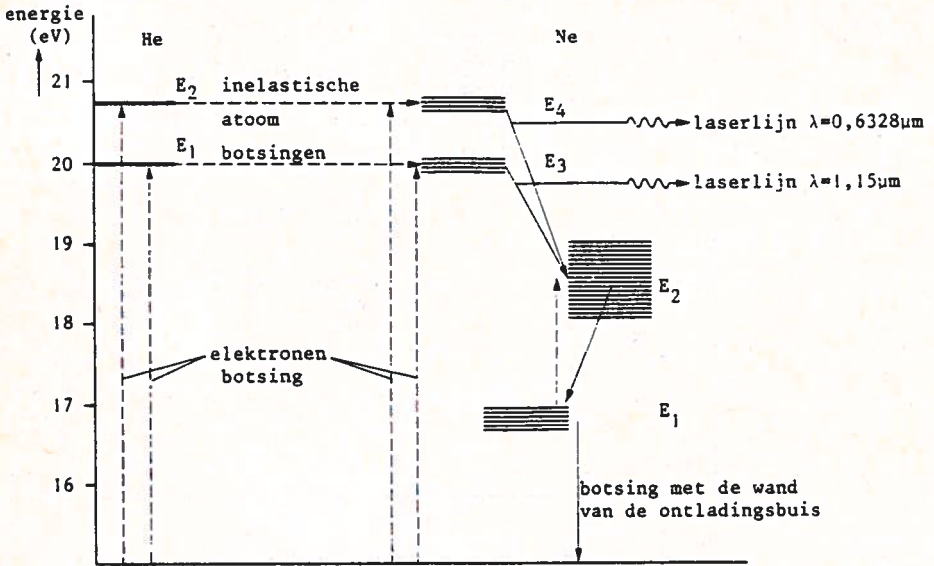


fig. 15. Het energieniveauschema voor een He Ne laser.

mogelijk tussen $1,08 \mu\text{m}$ en $1,52 \mu\text{m}$ waarvan $1,15 \mu\text{m}$ de overhand heeft. Evenzo zijn voor de overgang tussen E_4 en E_2 vele mogelijkheden, waarvan $\lambda = 0,6328 \mu\text{m}$ sterk overheerst. Deze mogelijkheden worden gegeven door de breedte van de niveaus. De overgang voor de laserlijn bij $\lambda = 3,3 \mu\text{m}$ is niet in het energieniveauschema aangegeven.

Het energieniveauschema voor een HeNe-laser is gegeven in fig. 15.

Met behulp van de optische resonator kan de gewenste golflengte ($0,6328 \mu\text{m}$ of de $1,15 \mu\text{m}$) uitgefilterd worden.

Bij een gaslaser bestaat de optische resonator uit een medium opgesloten in een buis voorzien van spiegels (zie fig. 16). In de buis wordt de gasontlading gepleegd. De spiegels worden soms aan de buis gekit, in andere gevallen staan

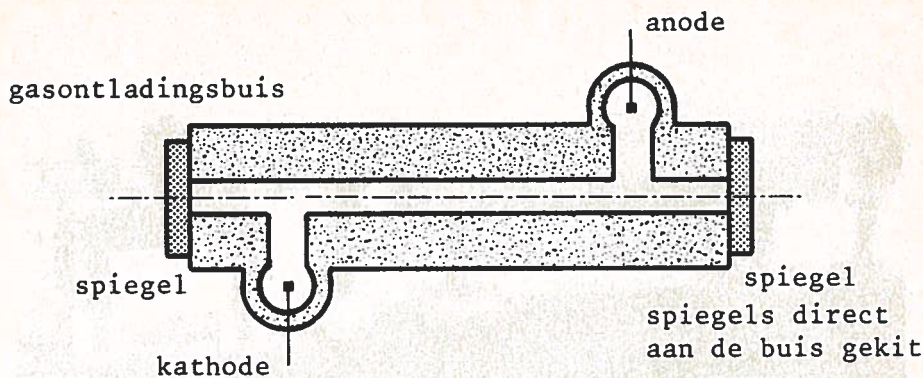


fig. 16. Opstelling van een He Ne laser.

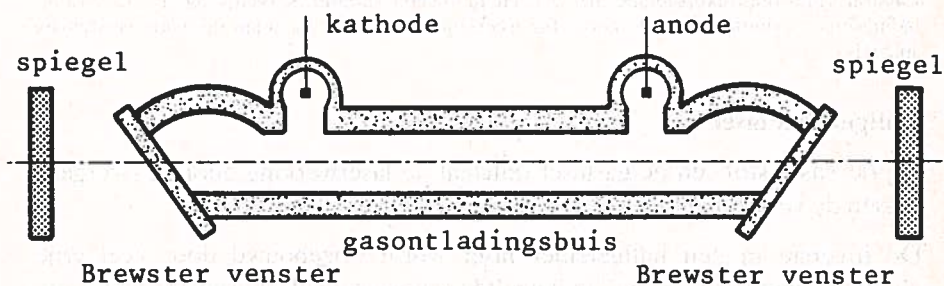
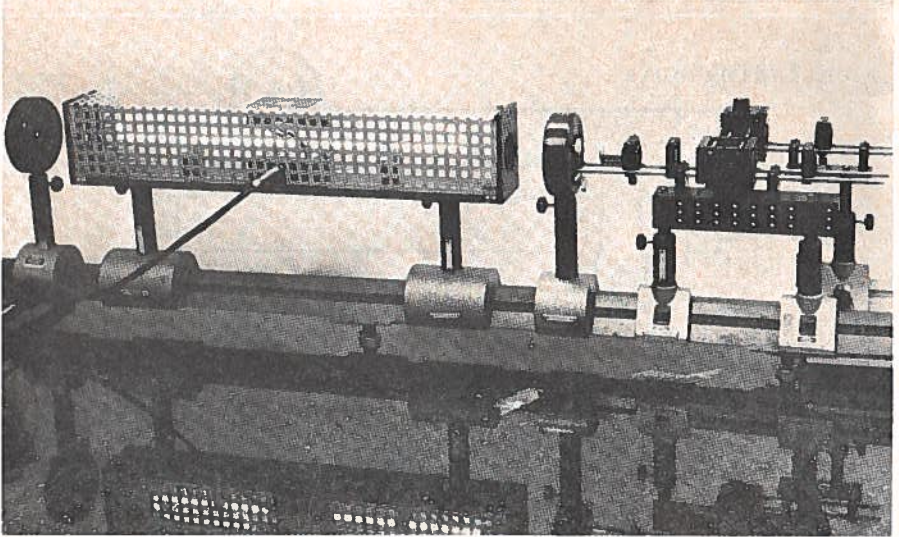


fig. 17. Gaslaseropstelling met losse spiegels.

de spiegels los van de buis. De ontladingsbuis is dan afgedicht met vensters onder de Brewsterhoek (zie fig. 17). De plaatsing van de vensters onder de Brewsterhoek is noodzakelijk om ten minste voor één polarisatierichting van het licht minimale demping binnen de resonator te verkrijgen. Een laser uitgevoerd met Brewstervensters levert dus gepolariseerd licht.

Een belangrijk gebied in de toepassing van de He-Ne-laser is het laboratorium. De laboratoriumtoepassingen hebben geleid tot toepassingen op het gebied van afstandsmeting, uitrichtdoeleinden en holografie.



Labaratorium-praktijkopstelling met een Helium-Neon gaslaser, vergelijk fig. 17: de gasontladingsbuis bevindt zich in de kooi. Ter weerszijden van de kooi staan de beide verstelbare spiegels.

Halfgeleider laser

Bij de vaste stof- en de gaslaser ontstaat de laserwerking door de overgang tussen de verschillende energieniveaus.

De inversie in een halfgeleider laser wordt opgebouwd door veel vrije elektronen en vrije "gaten" in hetzelfde actieve gebied aanwezig te laten zijn.

Dit kan gebeuren door het p-n materiaal te doteren.

Uit het p-n overgangsgebied ontstaat in de eerste plaats veel spontane emissie (LED).

Door spiegelende oppervlakten aan de eindvlakken aan te brengen (afbreken op de kristalvlakken) kan door versterking door gestimuleerde emissie laserwerking ontstaan (zie fig. 18).

De drempel voor de opbouw van inversie wordt bij de halfgeleider laser overschreden door de laserdiode te sturen met een stuurstroom, die groter is dan de drempelstroom (zie fig. 19). De pompenergie wordt gegeven door de stuurstroom. Voor de verklaring van de werking van de halfgeleider laser moet

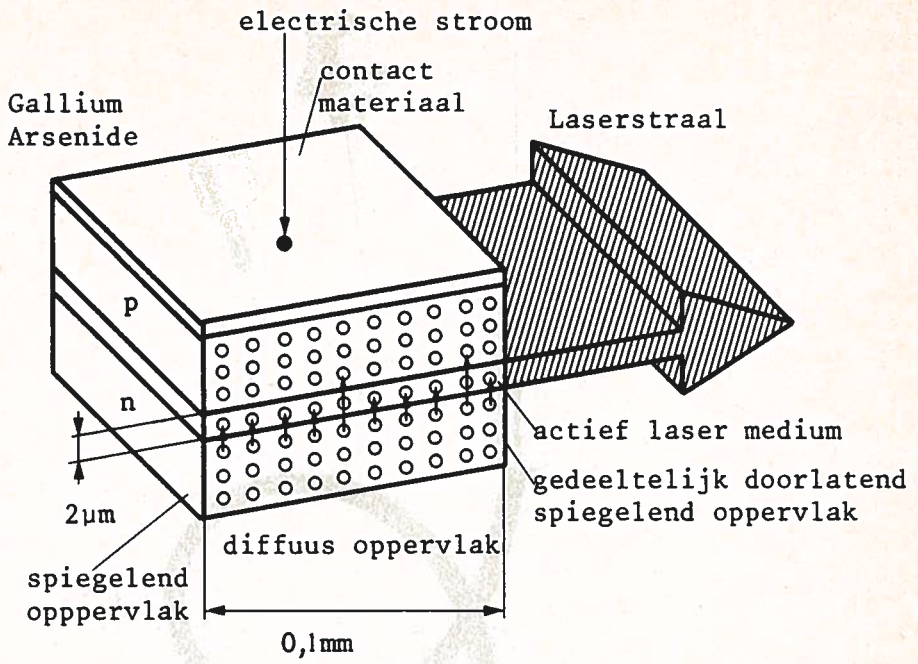


fig. 18. Halfgeleider laser.

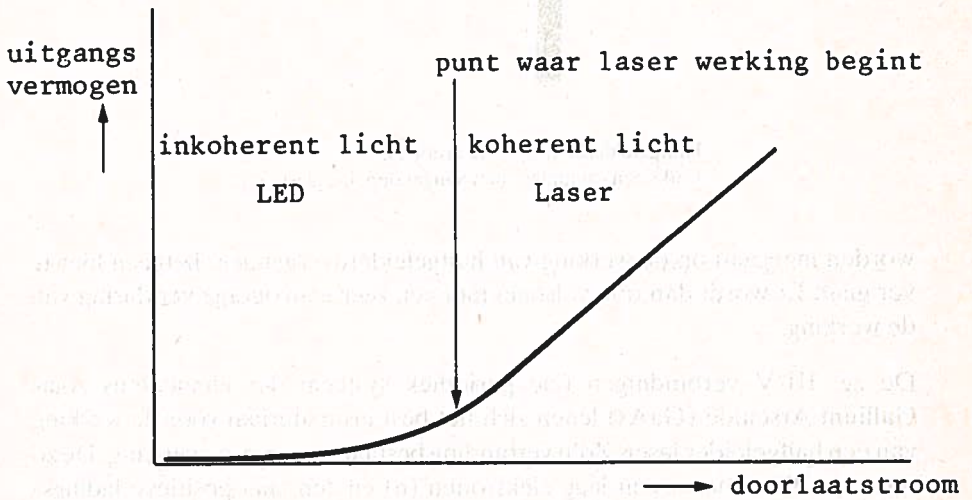
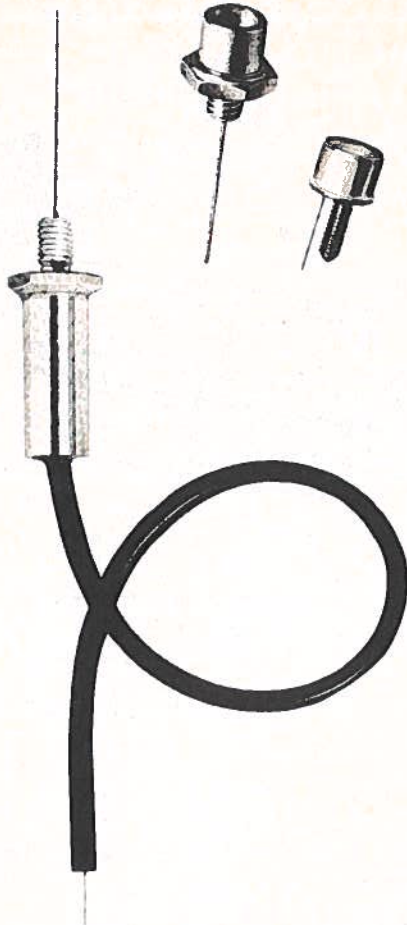


fig. 19. Drempelstroom.



Halfgeleiderlasers (ware grootte).
Links een exemplaar met aangekoppelde glasvezel.

worden ingegaan op de werking van halfgeleiderovergangen, hetgeen hier te ver gaat. Er wordt dan ook volstaan met een zeer eenvoudige verklaring van de werking.

De zg. III-V verbindingen (zie periodiek systeem der elementen) zoals Gallium Arsenide (GaAs) lenen zich het best als materiaal voor de werking van een halfgeleider laser. Zo'n verbinding bestaat uit een p-n overgang. De zo ontstane diode bevat een laag elektronen (n) en een laag positieve ladingsdragers ook wel "gaten" genoemd (p). Door toevoeging van energie (stroomstoot in doorlaatrichting) komen de elektronen en gaten in het

overgangsgebied bij elkaar en recombineren onder afgifte van straling. Deze spontane emissie kan door andere elektronen-gaten-paren versterkt worden, zodat gestimuleerde emissie ontstaat.

Bij de GaAs laser wordt de n-laag gedoteerd met b.v. Seleen, Telluur, Germanium of Silicium om de dragerdichtheid op te voeren tot 10^{17} à 10^{18} n ladingsdragers per cm^3 . De p-laag wordt vaak met zink gedoteerd. Uit platendragermateriaal wordt een laser-chip in de vorm van een blokje met afmetingen van tienden van millimeters gehaald. De laser-chip wordt in een zogenoemd TO 5 huisje gemonteerd. De dikte van de actieve p-n laag (laser-medium) bedraagt enkele micrometers.

Omdat nagenoeg elk elektron-gat-paar een lichtdeeltje oplevert, kan het rendement van zo'n halfgeleider laser hoog zijn.

Technische problemen met de warmte ontwikkeling van de laser-chip, als gevolg van de grote stroom, begrenzen de werktijd van zo'n laser. Door verbeterde technieken is het mogelijk geworden halfgeleider lasers te vervaardigen die continue bedreven kunnen worden.

De halfgeleider laser is bij uitstek geschikt voor telecommunicatie doeleinden met glasvezels.

Literatuur

Klaus Tradowsky: Lasers

uitgeverij: Het Spectrum 1972 Prisma-Technica reeks

het studieblad P.T.T.

is er voor U!!!!

”Over de transistor, zoals het niet in de les stond”

J. M. van Zuydam

Alweer de transistor?

Inderdaad, alweer die oude bekende! Maar beginners zijn we eens allemaal geweest. Daarom hier nogmaals – maar nu op een ongebruikelijke wijze – uitleg van de transistorwerking. (Red).

Analogie van de transistor

Het is niet persé noodzakelijk om een lange studie achter de rug te hebben als het gaat om schema's te kunnen begrijpen waarin halfgeleiders zijn toegepast. Heb je geen, of onvoldoende opleiding gehad om met de halfgeleider toepassingen in apparaten uit de voeten te kunnen, dan kan het lezen van het nu volgende je op weg helpen. De gevolgde weg is, om met behulp van aanwezige kennis, de gang van zaken te herkennen op nieuwe kennisgebieden. Dit is te bereiken door middel van een analogie. Een analogie is een manier van uitdrukken en begrijpen van iets in vergelijking met iets anders, dat ervan verschilt, maar er toch punten van overeenkomst mee heeft.

Deze denkwijze vergemakkelijkt het lezen van schema's. We proberen een analogie te geven voor een transistor. Een prettige bijkomstigheid van een analogie is dat de goed geschoolde technicus en de leerling met plezier van zo een "vergelijking" kennisnemen. Voor beiden kan het inzicht vergroten of bevestigend werken. Resultaat: (nog) meer plezier bij het werk, studie of hobby!

Brief

Overigens is toepassing van een analogie een oude werkwijze. Dit moge blijken uit een brief van *Michael Faraday* aan *James Clerk Maxwell*. Een vertaling van deze brief volgt hieronder:

London, 13 November 1857
Albemarle Street

Er is één ding, dat ik U gaarne zou vragen. Wanneer een mathematicus bij zijn wiskundige onderzoeken over natuurkundige processen en hun resultaten, zijn conclusies opstelt, kunnen die dan niet even duidelijk en nauwkeurig in de gewone, alledaagse taal worden uitgedrukt als in wiskundige formules? Zo ja, zou het dan niet een groot voordeel zijn voor mensen, zoals ik, om ze zo neer te schrijven? D.w.z. ze te vertalen uit hun hiëroglyfen, zodat wij ze gebruiken kunnen bij onze experimenten. Ik geloof, dat dit moet kunnen, want ik heb altijd ondervonden, dat U mij een duidelijk beeld kondt geven van Uw

conclusies, welke, hoewel zij mij niet ten volle alle stappen in Uw denkproces deden begrijpen, mij toch met grote benadering een juist inzicht gaven, terwijl ze in wezen zó helder waren, dat ik erover kon nadenken en in die richting kon werken. Indien het mogelijk is, zou het dan niet goed zijn, als mathematici, die zulke onderwerpen bestuderen, ons de uitkomsten, zowel op deze populaire, nuttig bruikbare manier, als op de hun eigene, typische wijze gaven?

(Uit "The Wireless World"-1931)

En nu de transistor. Zo'n ding zijn we allemaal wel eens tegengekomen. De kleintjes onder hen moeten het doen met drie draadjes of drie lipjes. Hiermee worden ze aangesloten aan de schakeling. De grote broeders worden vastgeschroefd op koellichamen. Ze kunnen het nogal warm krijgen tijdens hun werk. Warmte is ongezond voor de halfgeleider; transistoren geven snel de geest als ze te warm worden. Bij het insolderen van zo'n ding: uitkijken met de soldeerboutwarmte! Goed solderen is een vaardigheid die wel even aangeleerd moet worden. Vlug solderen is geboden. Het gebruik van soldeer met een laag smeltpunt kan defect raken voorkomen.

Niet openen

Het is raadzaam om defecte halfgeleiders *niet* open te peuteren. Je zou eens willen zien wat er in zit! Bij de moderne fabrikagetechnieken gebruikt men berylliumoxide (BeO), een keramisch product met goede elektrische- en hoge thermische geleidbaarheid. In poedervorm giftiger dan arsenicum! Dit bevordert de warmteafvoer vanuit de transistor maar is gevaarlijk voor de gezondheid van de mens.

Mocht je desondanks toch met het inwendige van transistoren in aanraking zijn gekomen, vertel het aan de huisarts of bedrijfsarts en noem de stof berylliumoxide, ook wel beryllia, beryl of bromelite genoemd, opdat er maatregelen getroffen kunnen worden tegen vergiftigingsverschijnselen.

Symbolen

De drie aansluitpunten van de transistor kregen een naam n.l.: "emitter", "basis" en "collector". Afgekort met de beginletters: e, b, en c.

In een schema tekenen we de transistor symbolisch. Symbolen zijn genormaliseerd. Daardoor kan iedereen, ongeacht de taal die hij spreekt, ze lezen en begrijpen. Een symbool is een teken, eenvoudig te schrijven. (zie maar naar figuur 1).

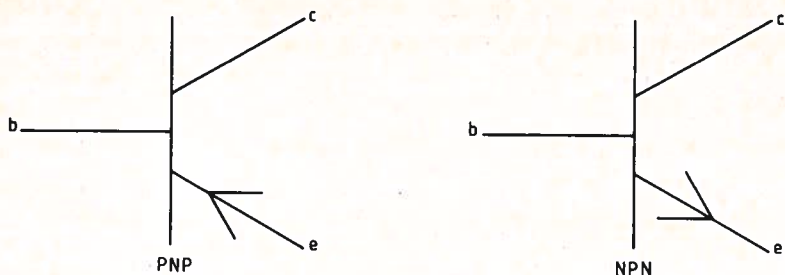


fig. 1.

Links in figuur 1 staat het symbool voor een PNP transistor en rechts staat een NPN symbool. Daaruit volgt dat er twee soorten transistoren zijn: PNP en NPN. Het verschil bestaat uit de constructie, waar we hier niet op ingaan. Ook materiaalverschillen bestaan. We kennen Germanium (Ge) en Silicium (Si) als veel voorkomende materialen waaruit transistoren vervaardigd worden. Kijk nu nog even naar figuur 1. Het linker symbool toont een pijl, wijzend naar het plaatje (de basis). We zeggen: Pijl Naar Plaatje: PNP, (Geheugensteuntje!). De richting van de pijl is ook de richting van de stroom die bij de emitteraansluiting "naar binnen komt". Andersom kan geen stroom lopen.

Dus bij PNP transistor: Stroom loopt in pijlrichting van emitter naar basis. Ook: van emitter naar collector kan een stroom lopen.

In het rechter symbool van figuur 1, dus Niet Pijl Naar plaatje, NPN-transistor, loopt de stroom ook volgens het pijltje. We weten nu dat PNP en NPN transistoren verschillende stroomrichtingen hebben. In ons analogietransistor-model bekijken we het PNP type. (Voor NPN typen moet je de stroomrichting andersom denken!)

Vervangingsschema

Figuur 2 geeft het PNP model weer. Het is een analogie, dus een vervangings-schema voor een transistor. Denk je dit model in de plaats van het transistor-symbool in een schema van een apparaat, dan zal het gemakkelijker zijn om de werking van het geheel te begrijpen.

In figuur 2 stelt 1 een spoeltje voor van een (draaispoel) voltmeter. 2 stelt de wiizer voor van de voltmeter. 3 stelt de voltmeterschaal voor. De pijl 4 is dezelfde pijl als in het symbool wordt gebruikt en geeft de stroomrichting aan van emitteraansluiting naar basisaansluiting. De draaispoel-voltmeter kan maar naar èèn richting uitslaan en daartoe de stroom maar in één richting vloeien. Dat is (bij PNP-type) van emitter naar basis. Wijzer (2 in fig. 2) moet je zien als een glijcontact dat zich over de schaal (3 in fig. 2) verplaatsen kan.

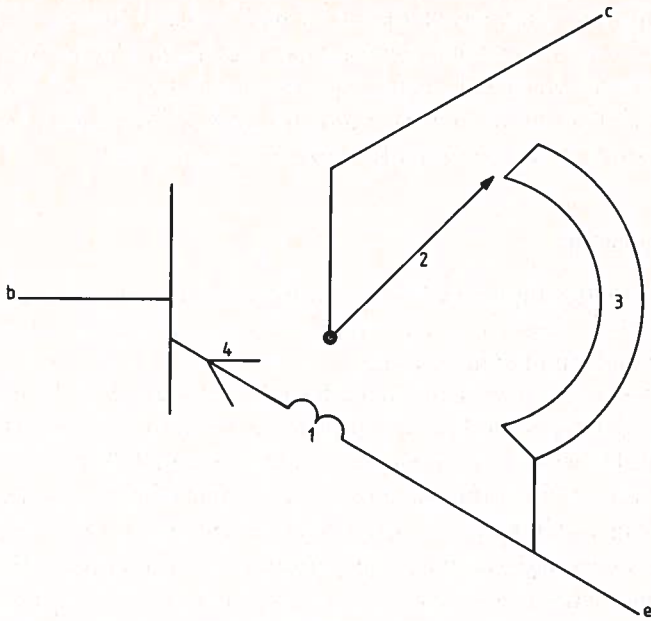


fig. 2.

Dit verplaatsen geschiedt als spoel 1 stroomvoerend is. De schaalverdeling stellen we voor als een weerstandsbaan. Een "kromme"-weerstand, waarover wijzer 2 glijdt en een glijdend contact vormt. Nu kunnen we inzien dat, als een *klein* stroompje door spoeltje 1 vloeit, de wijzer 2 uitslaat, en zich over de weerstandsbaan 3 verplaatst. Daardoor wordt de weerstand tussen emitter en collector lager en zal een stroom tussen e en c minder weerstand ondervinden, dus groter worden.

Wetende dat een *kleine* stroomverandering door spoeltje 1 een *grote* weerstandsverandering tussen e en c tot gevolg heeft, kunnen we nu bezien wat daarmee te doen valt.

Denk als volgt: geen stroom van e naar b, spoeltje 1 is stroomloos. Wijzer 2 staat in rust. Weerstand tussen e en c zeer (oneindig) groot. Er loopt *geen* stroom van e naar c vanwege deze oneindig grote weerstand.

En nu een volgende denkstap: Er loopt door spoeltje 1 een zodanig (klein) stroompje dat de wijzer 2 precies op het einde van de schaal (weerstandsbahn) staat. Tussen e en c is de weerstand praktisch nul ohm. Van e naar c kan stroom lopen, die geen weerstand ondervindt, omdat de wijzer van goed geleidend materiaal is gemaakt.

Sammenvattend: Géén stroompje van e naar b: géén stroom van e naar c. Tussen e en c is een open schakelaar-contact te denken. Wél een stroompje van e naar b: tussen e en c geen weerstand aanwezig. Tussen e en c is een gesloten schakelaar-contact te denken. *De transistor werkt als een schakelaar!* In deze toepassing spreken we van een digitale werking, aan of uit!

Tweede toepassing

Een tweede toepassingsgebied van de transistor is de analoge toepassing. Die heeft tot doel om tussen e en c een weerstand te bieden welke varieert tussen nul ohm en maximum ohm waarde.

Dit is als volgt met ons analogiemodel in te denken. Een kleine stroomverandering door spoeltje 1 heeft een grote weerstandsverandering tussen e en c tot gevolg. De wijzer 2 zwaait over weerstandsbaan 3. Sturen we een zwak stroompje, wat in bijvoorbeeld een spraak- of muziek rythme varieert, van e naar b. Gevolg is dat de wijzer sterk heen en weer zwaait over de weerstandsbaan 3. De weerstandsveranderingen tussen e en c zijn er naar! Een stroom, die van e naar c door de transistor vloeit, zal deze weerstandsveranderingen ondervinden en in stroomveranderingen omzetten. Stuur deze stroomveranderingen door de telefoon (luidspreker) en je zult ze kunnen horen. De te kleine stroomveranderingen om hoorbaar te zijn n.l. die van e naar b (door het spoeltje 1) vloeien, vinden we van voldoende sterkte terug in de e en c keten en zijn dan wél "hoorbaar" te maken. En dat is een analoge toepassing van de transistor. Denken we in het schema van een apparaat, waarvan je de werking wilt ontcijferen, ons transistor- analogiemodel op de plaats van het transistor-symbool, dan zal de gang van zaken verduidelijkt worden. En dat was het doel van dit artikeltje.

Wist U

dat ruim 7000 PTT'ers

het studieblad lezen ?

Klapper 34ste jaargang

A

Abonnementsprijs. Wijziging —	114
Administratief. Het economisch en — onderwijs	207, 234, 277
Adressenbestand. Mutaties —	219

B

Balansschakelingen	14, 33, 65, 116
Berichten. Technische —	91, 125, 286, 349
Bescherming. — van circuits	321, 363

C

Cartridge. — en PRX	289
Circuits. Bescherming van —	321, 363
Communicatie. Mens-machine — d.m.v. spraak	97
Complete. Overname — jaargangen	185
Computer. Van mechanische rekenmachine tot — 2, 41, 76, 146, 181, 239	

D

Data-transmissiesysteem. Nieuw — van de Ned. Gas Unie	49
Draaggolfverbindingen. Nieuw meetnet via —	353

E

Economisch. Het — administratief onderwijs	207, 234, 277
Engels. Technisch —	25, 89, 123, 158, 190, 220, 316, 347
Examen. — oplossingen	32, 62, 96, 160, 192, 256, 350
Examen. — vraagstukken	27, 58, 86, 154, 186, 252, 341

F

Foutlokalisatie. — in lokale netten	193, 225, 266, 309
---	--------------------

G

Gelezen. Voor u — 222

J

Jaargang. Klapper 34ste — 381

Jaargangen. Overname complete — 185

K

Klapper. — 34ste jaargang 381

L

Laser 257, 299, 336, 367

Lokale. Foutlokalisatie in — netten 193, 225, 266, 309

M

Mechanische. Van — rekenmachine tot computer 2, 41, 76, 146, 181, 239

Mededelingen. — speldband 64

Meetnet. Nieuw — via draaggolfverbindingen 353

Mens-machine. — communicatie d.m.v. spraak 97

Microprocessoren 328

Mutaties. — adressenbestand 219

N

Ned. Gas Unie. Nieuw data-transmissiesysteem van de — 49

Netten. Foutlokalisatie in lokale — 193, 225, 266, 309

O

Onderwijs. Het economisch en administratief — 207, 234, 277

Opbergbanden 95, 128

Oplossingen. Examen — 32, 62, 96, 160, 192, 256, 350

Overname. — complete jaargangen 185

P

PRX. Cartridge en — 289

R

Rekenmachine. Van mechanische — tot computer 2, 41, 76, 146, 181, 239

S

Schakelingen. Balans — 14, 33, 65, 116
SE 25. De nieuwe toestelinstallatie — 129, 161, 213
Speldband. Mededelingen — 64
Sprak. Mens-machine communicatie d.m.v. — 97

T

Technische. — berichten 91, 125, 286, 349
Technisch. — Engels 25, 89, 123, 158, 190, 220, 316, 347
Toestelinstallatie. De nieuwe — SE 25 129, 161, 213
Transformatoren 171
Transistoren 376

V

Vraagstukken. Examen — 27, 58, 86, 154, 186, 252, 341
Voor. — u gelezen 222

W

Wijziging. — abonnementsprijs 114

STUDIEBLAD

34e jaargang 1979

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. 070-279394;
voor redactie en inhoud van het blad

administratie

ABVA, Stadhouderslaan 9, 2517 HV Den Haag, giro 4073, tel. 070-635932 t/m 635936,
voor verzending, administratie e.d.

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
