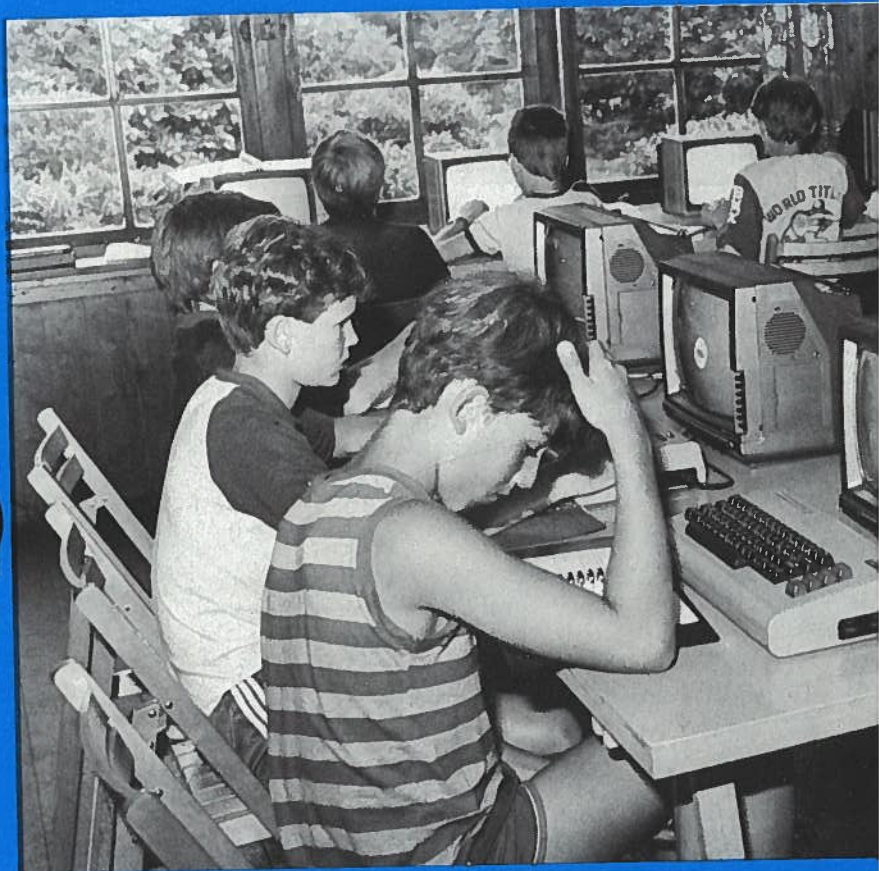


In dit nummer o.a.:
Kwaliteit en cijfers
Tele-educatie
Terugkijken op ver zien

Nr. 1, 42e jaargang januari 1987

technische informatie voor ptt medewerkers



Juli 1984: kinderen leren met de computer om te gaan tijdens een computer-vakantie.
Januari 1987: het onderwijs m.b.v. de computer wordt ondenkbaar (blz. 21).

ptt



ptt

technische informatie voor ptt medewerkers

uitgave AbvaKabo en CFO.
redactie Hoofdred. Drs. C. Vader, Red. P. J. Boomgaard, ing. B. Kieboom, L. J. Leenders, J. Schaddelee.
redacteur/secr. R. Scholma, Oude Kerkweg 12, 2355 AV Hoogmade, tel. 01712 - 81 98
redactie 070 - 43 67 35.
corr.-adres PTT Centrale Directie, DBI/Studieblad ptt, AB 6032
postbus 30 000, 2500 GA 's-Gravenhage.
administratie AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, tel. 079 - 53 62 54,
voor verzending, administratie e.d.
abonnement *f* 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers *f* 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,
telefoon 070 - 89 53 90.

Inhoudsopgave

- Van de redactie** blz. 1
- Kwaliteit en cijfers** (Ing. K. van Bekkum) blz. 2
De auteur geeft inzicht in de manieren waarmee kwaliteit wordt gemeten.
- Schakelende voedingen 3** (Drs. C. Vader) blz. 12
In dit deel voorbeelden van berekeningen, vermogenshalfgeleiders en synchrone gelijkrichting.
- Tele-educatie** (R. Scholma) blz. 21
De mogelijkheden om Memocom en het Datanet 1 voor het transport van lesstof. Een interview met Ing. W. Ouwens.
- Terugkijken op ver zien** (K. Teer) blz. 26
De ontwikkelingen in de televisietechniek van 1936-1986. Parallel aan deze 5-delige serie start in februari een artikel over de toekomstige ontwikkelingen en de huidige technische stand van zaken.

Door de uitgebreide actuele inhoud van dit nummer moest de rubriek Technisch Engels komen te vervallen. De eerst komende aflevering kunt u in februari tegemoet zien.

Van de redactie

Geachte lezers,

We zijn weer een nieuw jaar binnengestapt, een jaar dat wat betreft de telecommunicatie een belangrijk en boeiend jaar belooft te worden. In 1987 zullen nieuwe dingen aan de orde komen.

In dit jaar staat ISDN op het punt geboren te worden. ISDN, Integrated Services Digital Network, het allesomvattende digitale telecommunicatienet waarin alle telecommunicatiediensten worden gebundeld (geïntegreerd).

Het is ook het jaar van de NET's (Normes Européennes de Télécommunication) waaraan, op grond van EEG-bepalingen, alle PTT's van de EEG-landen zich moeten houden. Door de NET's wordt zo veel mogelijk afge-rekend met de Europese traditie van specifieke nationale eisen, die bij elke nationale PTT weer anders zijn.

Het Studieblad blijft er evenals vorig jaar naar streven, u zo goed mogelijk op de hoogte te houden van alle actuele technische ontwikkelingen op het gebied van telecommunicatie en omroep.

De redactie wenst u allen een
goed 1987 toe.

Drs. C. Vader,
hoofdredacteur

Kwaliteit en cijfers

Ing. K. van Bekkum

Aansluitend op het artikel „Kwaliteit, waarom wordt het bewaakt?” (zie Studieblad PTT, december 1986, blz. 402) volgt hier het artikel Kwaliteit en cijfers waarin aan de orde komt hoe de informatie wordt gewonnen en verwerkt en hoe de kwaliteit van technische produkten wordt gemeten.

De in dit artikel beschreven methoden zijn omwille van de leesbaarheid vereenvoudigd maar geven de lezer een goed beeld van een complex begrip dat kwaliteit wordt genoemd.

De kwaliteit van technische produkten wordt gemeten aan de hand van:

- bestandcijfers;
- storingscijfers.

Bestandcijfers geven inzicht in het totaal van de omgezette apparatuur bij klanten van ons bedrijf. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de toe- of afname van de afzonderlijke produkten. De meest gebruikte methode van berekening is de omzetcijfers per maand bij het totaal van de voorafgaande maand op te tellen (zie afb. 1).

Geplaatst in:	Aantal	Bestand
januari	10	10
februari	15	25
maart	25	50
april	25	75

afb. 1. Bestandcijfers.

Het storingsmeldingcijfer

Klanten van PTT melden hun storingsen aan bij de storingsdienst en de collega's van de storingsdiensten noteren deze meldingen. Het landelijk totaal van de storingsmeldingen wordt in een vastgestelde periode centraal verzameld. De verhouding tussen de gemelde storingsen en het bestand wordt het storingsmeldingcijfer genoemd. Deze verhouding kan worden uitgedrukt in procenten. De bekeken periode speelt bij de berekening een belangrijke rol. Er wordt rekening gehouden met maandelijkse, 3 maandelijkse en 12 maandelijkse gemiddelden. Tevens kan het storingsmeldingcijfer worden uitgedrukt in: aantal per 100 per jaar ($x/100/p.j.$). Dit wordt gedaan om de invloed van de capaciteit van bijv. een bedrijfstelefoon-

installatie (automaat) op het aantal storingsmeldingen uit te sluiten. Een automaat met een kleine capaciteit zal ongeveer hetzelfde storingsmeldingscijfer geven als eenzelfde automaat met een grote capaciteit. Dit werd bijvoorbeeld gevonden in:

- het toestel;
- de centrale delen van het systeem;
- de randapparatuur (particulier);
- de binnengeleiding;
- op de hoofdverdeler/oftc (openbare telefooncentrale);
- de netspanning.

Maar ook komt het voor dat een storingsmonteur geen fout kan vaststellen, bij onderzoek in orde (BOIO), of dat er een bedieningsfout werd gemaakt. Deze eenvoudige splitsing van het storingsmeldingscijfer geeft al zoveel informatie over het storingsgedrag van het afzonderlijke produkt of het storingsgedrag van het produkt als onderdeel van een systeem dat inzicht wordt verkregen in de vraag of:

- een produkt zich constant gedraagt;
- het storingsmeldingscijfer dalend of juist stijgend is;
- er aandacht moet worden geschonken aan een afzonderlijk onderdeel.

Tevens wordt duidelijk of er sprake is van een apparatuurfout (hardware) of van een programmafout (software).

Bijvoorbeeld: uit de gegevens blijkt dat van een bepaald produkt het aantal BOIO's te hoog uitvalt. Onderzoek wijst uit dat er sprake is van een consequente programmeerfout. Deze fout wordt gemaakt omdat tijdens de functie-opleiding een bepaalde instructie niet goed wordt gelezen. Na herformulering van de instructie in de documentatie blijkt dat de bewuste fout niet meer optreedt. Dit voorbeeld speelde in de praktijk bij de VOX 110/210. Maar ook een te beperkte personeelsbezetting van een storingsdienst kan er de oorzaak van zijn dat het storingsmeldingscijfer ongunstig wordt beïnvloed. Een afdeling heeft x personeelsleden beschikbaar voor storingsopheffing. Deze x medewerkers zijn in staat om y storingsmeldingen in een bepaalde periode af te handelen. Uit de gegevens blijkt dat er echter 1,3 y storingsmeldingen per periode moeten worden afgehandeld. De volgende vragen kunnen nu worden gesteld:

- kan het aantal storingsmeldingen verminderen door verhoging van de effectiviteit in de werkwijze tijdens het afhandelen van de storing?;
- vermindert het storingsmeldingscijfer door uitbreiding van het aantal personeelsleden?

Afhankelijk van de gekozen oplossing zal blijken of het storingsmeldingcijfer al dan niet ongunstig wordt beïnvloed. Geen keuze is echter ook een keuze, dus als geen actie wordt ondernomen zal het percentage meervoudige of herhaalde klachten stijgen met alle gevolgen van dien.

Een ander, niet te onderschatten aspect om het storingsmeldingcijfer gunstig te beïnvloeden is het terugkoppelen naar de klant. Iedere klant heeft immers specifieke verwachtingen van het aangeschafte produkt. Klanten van PTT schaffen onze produkten aan omdat daarmee hun communicatieproblemen tenminste worden verminderd. Wezenlijk hierbij is dat de klant verwachtingen heeft over het totaal functioneren van het produkt. Hiertoe behoort volgens de klant ook de gebruikersvriendelijkheid van de apparatuur en niet uitsluitend de High-Tech mogelijkheden zoals deze hem in eerste instantie door de adviseur van PTT werden uitgelegd. Kwaliteitscijfers worden gunstig beïnvloed als bijvoorbeeld na een vastgestelde periode gegevens over de ervaring van de klant met de apparatuur worden verzameld. Dit is voor een op service gericht bedrijf als PTT een vereiste.

Storingsmeldingcijfers leveren informatie op over:

- hoe processen kunnen worden bijgestuurd om het investeringsrendement op effectieve wijze te verhogen;
- wanneer de personeelsbegroting aan veranderende omstandigheden moet worden aangepast;
- op welke manier de kwaliteit het beste kan worden beheerst, bijvoorbeeld door het constant houden van het storingsmeldingcijfer.

De praktische verantwoording ligt hierbij in eerste instantie voor een groot deel bij de telecommunicatiedistricten, omdat de verschillende lokale marktgegevens door de afzonderlijke ondernemingen op verschillende manieren moeten worden behandeld willen zij een zo hoog mogelijk rendement voor de ondernemingen opleveren. Het is echter net zo belangrijk om de gegevens centraal te verzamelen. Hierdoor wordt een landelijk overzicht verkregen en kan op het landelijk overleg duidelijk worden aangegeven wat de storingsoorzaken zijn die lokaal of regionaal kunnen worden opgelost, of voor welke een landelijke oplossing moet worden gevonden. Al met al is het een goede zaak dat alle storingsgegevens bekend zijn om te zorgen dat de reeds bestaande kwaliteit van onze produkten alleen maar zal verbeteren.

Toelichting op de verzamelde gegevens

De centraal verzamelde gegevens zijn afkomstig uit alle telecommunicatie-

districten (TCDN). Hier moet dus altijd bij worden bedacht dat deze gegevens een landelijk beeld geven, waarbij het goed mogelijk is dat afzonderlijke TCDN een afwijkend, individueel beeld kunnen vertonen. Er moet tijdens de uitleg van het storingsmeldingcijfer daarom rekening met een onnauwkeurigheid worden gehouden.

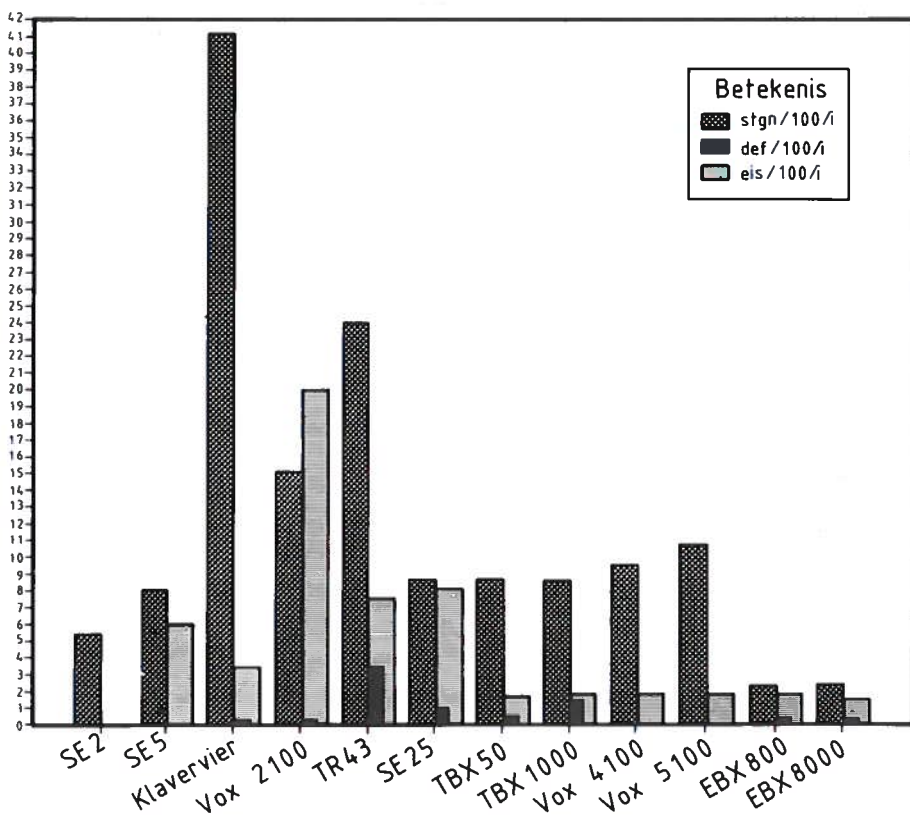
Tot op zekere hoogte mogen bedrijfsmiddelen met elkaar worden vergeleken, maar verschillende systemen vertonen per definitie een verschillend storingspatroon en andere kwaliteitseisen. Vergelijk in dit verband de kleine systemen als de SE 2¹⁾ en de SE 5²⁾ met grotere systemen zoals de EBX 800⁴⁾ of de EBX 8000⁵⁾. Ten eerste is het besturingsgedeelte van de SE 2 ontwikkeld voor slechts 2 toestellen, waardoor mogelijk 90% van de besturingscomponenten worden gebruikt, in tegenstelling tot de EBX 800. Om bij de EBX 800 90% van alle besturingscomponenten in gebruik te hebben zullen voortdurend bijna alle toestellen in gebruik moeten zijn, hetgeen in de praktijk onwaarschijnlijk lijkt.

Een tweede punt waar bij de interpretatie van de verwerkte gegevens rekening mee moet worden gehouden is dat in de hierna te geven voorbeelden de cijfers zijn uitgedrukt per 100 nevenaansluitingen per jaar. Daarom zullen de cijfers van de SE 2 moeten worden vermenigvuldigd met het getal 50, want per SE 2-installatie zijn 2 toestellen in gebruik. Om een reëel beeld per toestel te krijgen moeten de cijfers per 100 nevenaansluitingen per jaar voor dit systeem dus door 50 worden gedeeld. Het staafdiagram (afb. 2) geeft een beeld per 100 nevenaansluitingen per jaar. Om inzicht in het storingsmeldingcijfer van het Klaverviersysteem³⁾ te krijgen dienen de grafiekcijfers door 30 te worden gedeeld en voor de TBX 50-installatie⁶⁾ geldt een vermenigvuldigingsfactor van 3 (d.w.z. 33,3 tsn per installatie). Dat het aantal toestellen per systeem het storingsmeldingcijfer duidelijk kan beïnvloeden, blijkt uit het gegeven dat indien een storing optreedt in een oftc, het aantal niet werkende toestellen bij abonnees met een Klavervierinstallatie 3 maal groter is dan daar waar het een eenvoudige aansluiting betreft. Als eenzelfde storingsoorzaak een abonnee met een EBX 800-installatie treft, zal het storingsgedrag ogenschijnlijk minder worden beïnvloed; de interne gebruikers melden hun storing bijvoorbeeld bij de telefoniste van het eigen bedrijf, deze geeft aan de betreffende storingsdienst van PTT één storing door.

Verwerking van de gegevens in staafdiagrammen

Om nu zichtbaar te maken wat er met de verzamelde gegevens gebeurt en

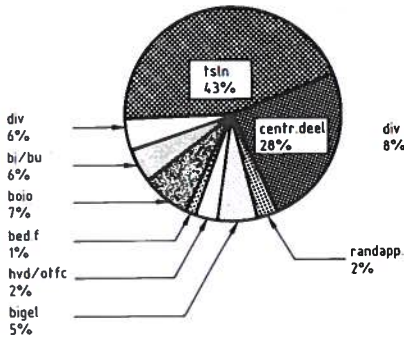
hoe deze kunnen worden geïnterpreteerd, wordt gebruik gemaakt van een staafdiagram (afb. 2). Dit type diagram geeft onmiddellijk overzicht van hetgeen hiervoor werd geformuleerd. Het staafdiagram wordt altijd voorzien van een commentaar (zie blz. 7) waaruit blijkt op welke wijze het storingsmeldingcijfer gunstig kan worden beïnvloed. Bij nadere beschouwing van afb. 1 blijkt dat de Klavervierinstallatie een hoog storingsmeldingcijfer heeft. Als het commentaar vermeldt dat de Klavervierinstallatie de SE 5-installatie vervangt, kan de lezer op het verkeerde been worden gezet. Voor een goede uitleg van de gegevens wordt daarom nog even terugverwezen naar hetgeen gezegd is over de vermenigvuldigingsfactor en wordt hier vermeld dat de analyse (die hierna wordt beschreven) leert dat het werkelijke aantal defecte Klaverviers per 100 nevenaansluitingen per jaar slechts 6,9 bedraagt. Hoe dit gegeven werd verkregen wordt beschreven in het hoofdstuk over de analyse (blz. 9).



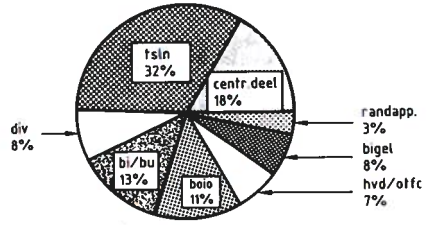
afb. 2. Kwaliteitscijfers 8501 t/m 8506.

Een voorbeeld van commentaar bij afb. 2

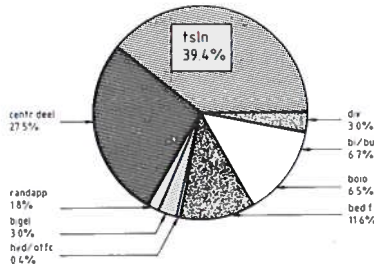
- Gegevens over de SE 2-, de SE 5- en de Klavervierinstallaties worden niet of nauwelijks bijgehouden. Gegevens over de SE 2-installaties worden van oudsher nergens anders geregistreerd dan bij de binnendiensten.
- De Klavervierinstallatie zal de SE 2-installatie bijna geheel gaan vervangen. Daarom is het nu niet meer wenselijk stappen te ondernemen om het storingsmeldingcijfer voor de SE 5-installatie gunstig te beïnvloeden.
- De Klavervierinstallatie vertoont een onrustbarend hoog storingsmeldingcijfer. Meer storingsgegevens verzamelen is een eerste vereiste tot beter inzicht in het storingsgedrag van deze installatie. Het vermoeden bestaat dat er veel omwisseling van de installatie plaatsvindt door de klacht: herhaalde oproep (zie ook de opmerking op blz. 6).
- Het storingsmeldingcijfer van de VOX 2100 is t.o.v. 1984 hoger. Dit was te verwachten omdat de gegevens in 1984 waren gebaseerd op de storingscijfers van slechts enkele TCDN en over een periode van enkele maanden. Het huidige cijfer geeft een betrouwbaar beeld waaruit tevens blijkt dat de VOX 2100 nog steeds aan de gestelde eis voldoet.
- Het storingsmeldingcijfer van de SE 25 is t.o.v. 1984 iets gestegen. Het blijkt dat de stijging wordt veroorzaakt door de toestellen die met verhoogde toetsen zijn uitgevoerd. Een oplossing is reeds voorhanden.
- Het storingsmeldingcijfer van de TR 43⁹⁾ is lager dan in 1984. Het lag in de lijn van de verwachting dat het storingsmeldingcijfer in 1985 zou dalen. Wat echter tegenviel was dat de daling minder is dan verwacht. De oorzaak van de te lage daling moet worden gezocht in de toestellen met lage aandrukverbinders. Een oplossing voor dit probleem is voorhanden. Een nieuw probleem heeft zich echter voorgedaan. Vermoedelijk verandert het password door spanningsvariaties. Een oplossing wordt gezocht.
- Voor genoemde installaties geldt dat de kwaliteitseis de hardware betreft. Prentplaten die in de operationele fase defect raken worden daarom nader onderzocht. In alle gevallen blijkt dat aan de kwaliteitseis wordt voldaan. Dit neemt echter niet weg dat sommige installaties moeten worden verbeterd, de storingservaring die de abonnees hebben, liggen vaak op andere terreinen dan uitsluitend die van de hardware.



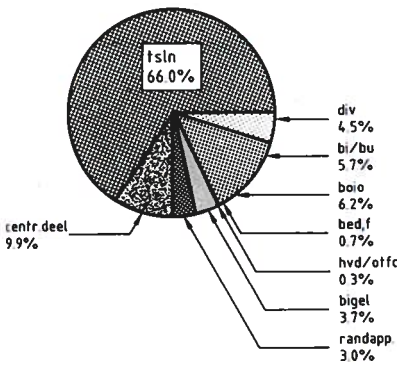
Klavervier



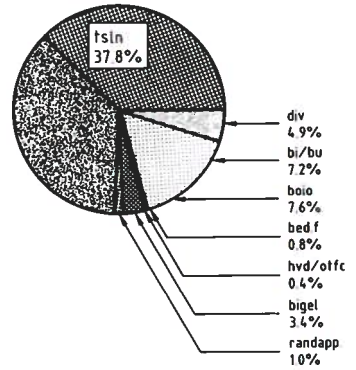
SE 2



TBX 50/Vox 4100

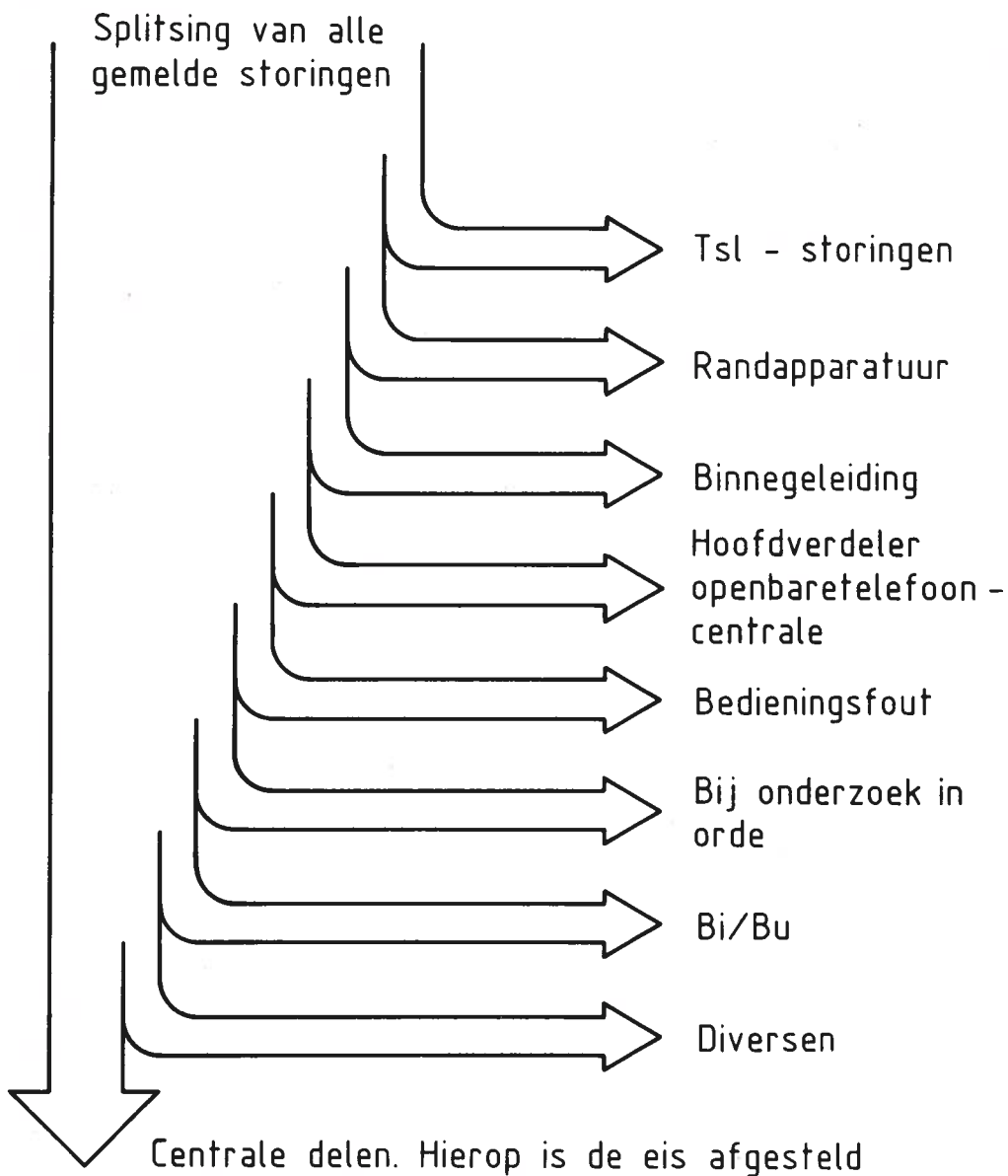


EBX 800/8000



TBX 1000/Vox 5100/Vox 5200

afb. 3. Taartdiagrammen.



afb. 4. Totaal overzicht van het splitsen van de gemelde storingen.

De analyse (*ontleding in bestanddelen*)

Om het kwaliteitsproces beter te kunnen beheersen en te besturen moet de in het staafdiagram verwerkte informatie verder worden ontleed. Voor een goed begrip van deze analyse is gekozen voor een presentatie in taartdiagrammen. Al eerder werd vermeld dat de Klavervier een verontrustend beeld te zien geeft. Nadere analyse toont echter aan dat ongeveer 28% van de gemelde storingen betrekking heeft op het centrale deel (zie afb. 3, blz. 8). Een groter deel, 43%, wordt als toestelstoring opgegeven. De analyse van enkelvoudige toestellen geeft aan wat daar de oorzaken van kunnen zijn. Volgens het staafdiagram in afb. 2 bedroeg het storingsmeldingcijfer van de Klavervier 41 per 100 toestellen per jaar. Omdat uit afb. 3 blijkt dat hier ook het storingspercentage van het centrale deel van de installatie in is verwerkt, moet dit deel worden omgerekend naar een storingscijfer voor het centrale deel. Nadere analyse van de centrale delen leert dat 30% is ingezonden voor modificatie, 10% bij onderzoek in orde is bevonden (BOIO) zodat 60% werkelijk defect is.

Tot besluit

Bovenstaand artikel geeft de lezer inzicht in een aantal methoden die bij PTT worden gebruikt om de kwaliteit van de afzonderlijke produkten tot in detail te bewaken. De gegeven voorbeelden tonen dat PTT een grote zorgvuldigheid betracht. Mede daardoor wordt bereikt dat effectieve bijstelling van het kwaliteitsbeleid gericht, en op landelijk niveau mogelijk is. De te stellen kwaliteitseis is afhankelijk van vele factoren. Een goed gevoerd kwaliteitsbeleid zorgt ervoor dat de kwaliteitseis deskundig op het juiste moment kan worden bijgesteld. Dat is een voorwaarde voor een op service gerichte organisatie als PTT.

Noten

- 1) **SE 2** Een toestelinstallatie voor het gezamenlijk gebruik van een netlijn in huis en de afgelegen winkel of kantoor; met onderlinge verbindingsmogelijkheid. Een van de eerste (kleine) telefoonautomaten met elektronische functies, schakelend m.b.v. mini-reed relais (WB1); later in andere vorm geproduceerd (SE 2).
Zie Studieblad 1972: „De automaat WB1”, blz. 162-167; 194-207; 226-234; 269-275; 298-307; 328-337 en 365-375.
- 2) **SE 5** Een toestelinstallatie voor huis of klein kantoor met één netlijn en 5 toestellen met onderlinge verbindingsmogelijkheid. Stervormig net.
Zie Studieblad 1982: blz. 106-114; 142-147 + blz. 151.
- 3) **Klavervier** Eenvoudige toestelinstallatie waarbij 4 toestellen 1 netlijn delen.
- 4) **EBX 800** Zie noot 5 EBX 8000; echter met kleinere capaciteit, nl. ca. 800 toestellen. Overigens in functies niet geheel vergelijkbaar.
- 5) **EBX 8000** Stored Programmed Controlled bedrijfstelefooncentrale. Functies worden uitgevoerd door discrete elektronische componenten en mini-reed relais. Maximale capaciteit 36 netlijnen en 8000 toestellen.
Zie Studieblad 1976: blz. 162-180; 204-213 en 225-233.
- 6) **TBX 50** Digitale bedrijfstelefooncentrale. In diverse capaciteiten leverbaar. Basiscapaciteit: 4 netlijnen en 16 toestellen; max. capaciteit 12 netlijnen en 48 toestellen.
- 7) **VOX 2100** Kleine bedrijfstelefooninstallatie met een max. capaciteit van 4 netlijnen en 8 toestellen; eenvoudige uitvoering. Volledig elektronisch.
Zie Studieblad 1985: blz. 3-11; 41-49; 134-142; 177-186; 207-216 en 225-234.
- 8) **SE 25** Toestelinstallatie voor kleine kantoren; max. 6 netlijnen en 25 toestellen.
Zie Studieblad 1979: blz. 129-145; 161-170 en 213-219.
- 9) **TR 43** Toestelinstallatie met flexibele capaciteit en veel mogelijkheden die geprogrammeerd moeten worden en ook herprogrammeerbaar zijn (passwoord nodig). Toestellen met display. Eén der capaciteiten is: 8 netlijnen en 38 toestellen.
Zie Studieblad 1983: blz. 97-107; 140-153 en 176-188.
- 10) **UPCON-rek** Universele Printplaat CONstructie-rek; al of niet geplaatst in een openbare telefooncentrale; biedt plaats aan printplaten van diverse aard welke op universele wijze zijn uitgevoerd zodat deze passen en aansluiting vinden in de draagarmen van UPCON-rek of UPCON-kast. Als voorbeeld geldt hier de SE 2 (zie noot 1) die behalve in een kast bij de klant thuis ook in het UPCON-rek in de openbare telefooncentrale kan worden geplaatst. Transmissietechnisch heeft de laatste oplossing voordelen.

Schakelende voedingen (3)

(Vervolg van blz. 398, nov. '86)

Drs. C. Vader

In november 1986 verscheen het 2e deel van deze serie waarin gelijk/gelijk omzetting, omzetting met inductieve koppeling en galvanische scheiding en het magnetisch circuit aan de orde kwamen. Deze aflevering begint met een voorbeeld voor de berekening van een voeding voor 5 V/30 A, vervolgens wordt nader ingegaan op o.a. vermogenshalfgeleiders en secundaire gelijkrichting. Voor nadere informatie is de auteur bereikbaar onder telefoonnummer 070-755608.

Voorbeeld: berekening van een voeding voor 5 V/30 A.

Het uitgangsvermogen is 150 W, het benodigde ingangsvermogen is $\frac{150}{\eta} +$ reserve, stel 220 W.

De minimale amplitude van de ingangsspanning is $\sqrt{2} \times 190 \text{ V} = 270 \text{ V}$.

Stel de minimale ingangsspanning 100 V, dan is de rimpel $170 \text{ V} = 63\%$.

De gemiddelde primaire stroom is $\frac{220 \text{ W}}{185 \text{ V}} = 1,2 \text{ A}$, deze moet gedurende 2 à

2,5 ms geleverd worden door de condensator, zodat $C = 15 \mu\text{F}$.

Bij 100 V moet het volle vermogen van 220 W geleverd worden, zodat dan de gemiddelde stroom moet zijn $\frac{220 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 2,2 \text{ A}$.

Bij een werkfrequentie van 50 kHz, dus een periode van $20 \mu\text{s}$ en een ontlaadtijd van $10 \mu\text{s}$, moet binnen $10 \mu\text{s}$ de maximum stroom van 8,8 A bereikt zijn. Bij 310 V is dan de laadtijd $3 \mu\text{s}$.

$$L = V \frac{dt}{di} = 100 \times \frac{10}{8,8} \mu\text{H} = 114 \mu\text{H}.$$

Controle: bij een vermogen van 220 W wordt 5×10^4 x per sec. een energiehoeveelheid overgebracht van $\frac{220}{50} \text{ mJ} = 4,4 \text{ mJ} = \frac{1}{2} LI^2$.

$$L = \frac{2 \times 4,4}{8,8 \times 8,8} \text{ mH} = 114 \mu\text{H}.$$

Aan de secundaire kant kan het vermogen gesteld worden op 180 W en de maximale stroom door de gelijkrichter is $4 \times 30 \text{ A} = 120 \text{ A}$.

Deze stroom moet geleverd worden in $10 \mu\text{s}$ bij een spanning van 5,5 V. Dat is de uitgangspositie vermeerderd met de doorlaatspanning van de gelijkrichter.

$$L = V \frac{dt}{di} = 5,5 \times \frac{10}{120} \mu\text{H} = 0,46 \mu\text{H}.$$

Controle: bij een vermogen van 180 W wordt 5×10^4 x per sec. een energiehoeveelheid overgebracht van $\frac{180}{50} \text{ mJ} = 3,6 \text{ mJ} = \frac{1}{2} LI^2$.

$$L = \frac{2 \times 3,6}{120 \times 120} \text{ mH} = 0,5 \mu\text{H}.$$

De wikkilverhouding is $\sqrt{\frac{L_{\text{prim}}}{L_{\text{sec}}}} = \sqrt{\frac{114}{0,5}} = \sqrt{228} = 15.$

De secundaire condensator moet 30 A kunnen leveren gedurende $20 \mu\text{s}$, dat is een lading van $600 \mu\text{C}$. Bij een toelaatbare rimpel van $1\% = 50 \text{ mV}$ moet de capaciteit zijn $\frac{600 \mu\text{C}}{0,05 \text{ V}} = 12000 \mu\text{F}$.

Het magnetische circuit wordt als volgt berekend:

Primair: $L = \mu_0 N^2 \frac{A}{d}$ en $B = \mu_0 N \frac{I}{d}$. $\frac{L}{B} = \frac{N A}{I} \Rightarrow$

$$\frac{114 \times 10^{-6}}{0,1} = \frac{N A}{8,8} \Rightarrow N_p A = 0,01 \text{ m}^2 = 100 \text{ cm}^2.$$

Secundair: $\frac{0,5 \times 10^{-6}}{0,1} = \frac{N A}{120} \Rightarrow N_s A = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 6 \text{ cm}^2.$

Primair: $L = 1,256 \times \frac{N_p}{d} \times 10^{-2} = 114 \Rightarrow \frac{N_p}{d} = 9000/\text{m} = 9/\text{mm}.$

Secundair: $L = 1,256 \times \frac{N_s}{d} \times 6 \times 10^{-4} = 0,5 \Rightarrow \frac{N_s}{d} = 660/\text{m} = 0,66/\text{mm}.$

N_s moet ten minste 1 zijn, zodat $d \geq 1,5 \text{ mm}$.

$N_p \geq 15$, hetgeen ook in overeenstemming is met $d \geq 1,5 \text{ mm}$.

$N_p A = 100 \text{ cm}^2$, zodat bij $N_p = 15$ de kerndoorsnede is $A = 6,7 \text{ cm}^2$.

$N_s A = 6 \text{ cm}^2$, zodat bij $N_s = 1$ de kerndoorsnede is $A = 6 \text{ cm}^2$.

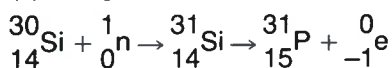
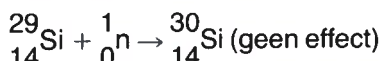
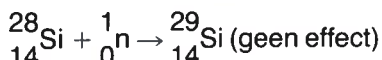
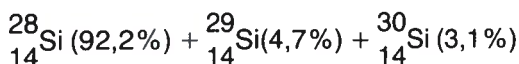
Voor deze toepassing heeft de bewikkelde kern een doorsnede van 6 cm^2 , een spleet van $1,5 \text{ mm}$, 15 primaire windingen en 1 secundaire winding. De secundaire winding kan even lang zijn als de primaire, maar dan met de 15 windingen onderling parallel verbonden.

Vermogenshalfgeleiders

De werking van alle vermogenshalfgeleiders met hoge sperspanning berust op het principe van injectie van ladingdragers in een laaggedoteerd deel van de chip. Deze zwak gedoteerde laag is nodig als kunstmatige verbreding van de junctie-sperlaag om voldoende sperspanning te bereiken. In verreweg de meeste gevallen zijn de ladingdragers elektronen en is het laaggedoteerde gebied van de polariteit n, veelal verkregen door neutronendotering.

Neutronendotering berust op de volgende reactie:

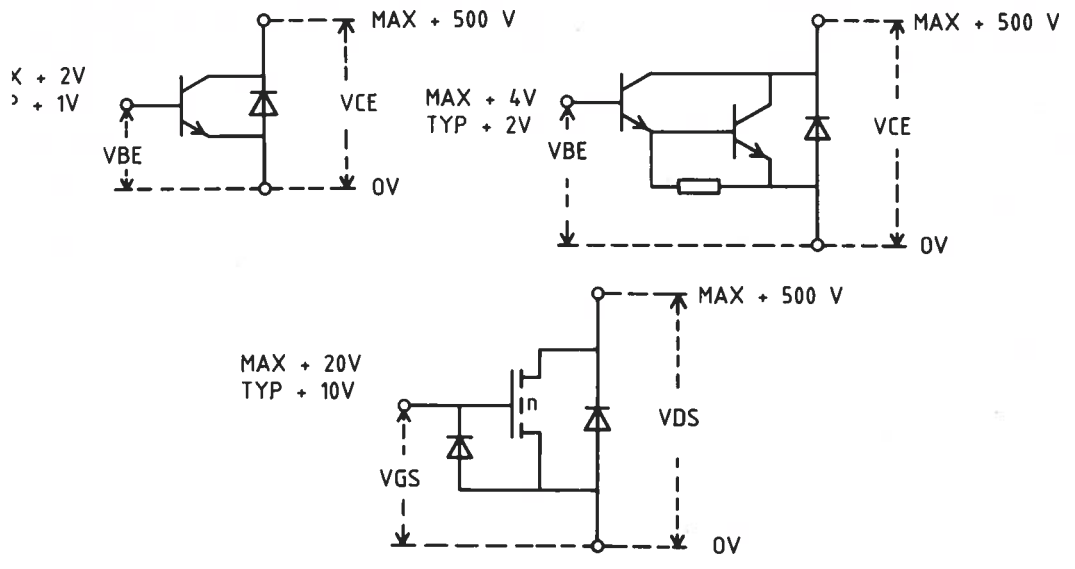
Silicium is een mengsel van 3 isotopen:



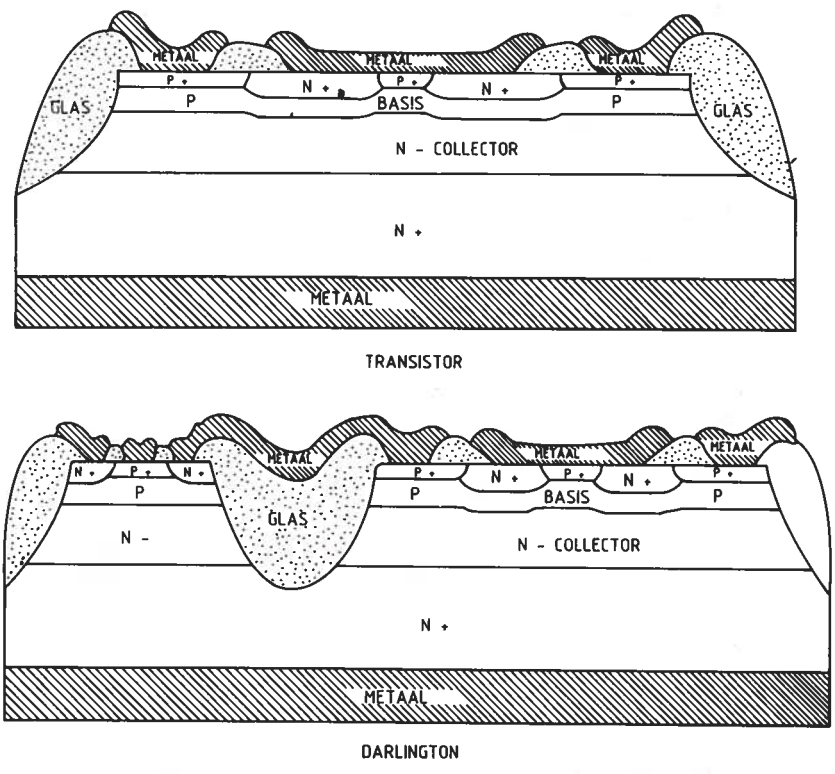
Door opname van een neutron wordt een Si-30 atoom omgezet tot een fosforatoom, waardoor een uiterst lichte n-dotering wordt verkregen. Hiermee is een zeer nauwkeurige, homogene en extreem zwakke dotering mogelijk. Van zichzelf is zulk laaggedoteerd materiaal zeer hoogohmig, het is bijna intrinsiek, maar elektronen die er in gebracht worden, kunnen vrijelijk passeren.

De injectie geschiedt via een p-n junctie (emitter-basis junctie van een bipolaire transistor) of via een kanaal onder een gate (MOS). Bij bipolaire transistors is in principe het hele oppervlak van de emitter-basis junctie beschikbaar voor de injectie. Meestal heeft de emitter een gevingerde of kamvormige structuur en is de basismetallisatie eveneens gevingerd of kamvormig uitgevoerd om de basisspanning zo dicht mogelijk bij de emitter te brengen. Bij de MOS-transistor vindt de geleiding plaats langs het chipoppervlak, zodat per cel de beschikbare stroomdoorsnede gering is en de doorlaatweerstand hoog. Elke vermogens-MOS chip bevat dan ook honderden of duizenden identieke parallel geschakelde celletjes, die met elkaar zorgen voor een lage doorlaatweerstand, meestal een fractie van een ohm. De celletjes zijn uitgevoerd als putjes (V-MOS) of ze zijn vlak (D-MOS) en zeshoekig gerangschikt (HEX-FET) of volgens rechthoekige patronen (SIP-MOS van Siemens).

Wanneer ruim 300 V geschakeld moet worden is de collector-emitter resp. drain-source sperspanning 450 tot 500 V. Sommige typen omzetteren zijn echter zodanig ontworpen, dat het schakelelement ongeveer de dubbele spanning moet kunnen verdragen, en wel de gelijkgerichte voedingsspanning vermeerderd met een bijna even hoge inductiespanning. De hiervoor bestemde halfgeleiders moeten een sperspanning hebben van 700 tot 1000 V. De collector-emitter resp. drain-source doorlaatspanning is van de orde 1 V of lager. Dankzij de lage doorlaatspanning kan de dissipatie in de halfgeleider beperkt blijven en blijft de warmtehuishouding beheersbaar.

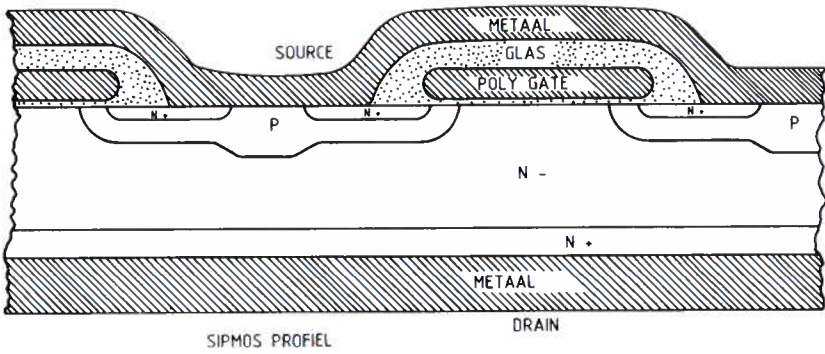
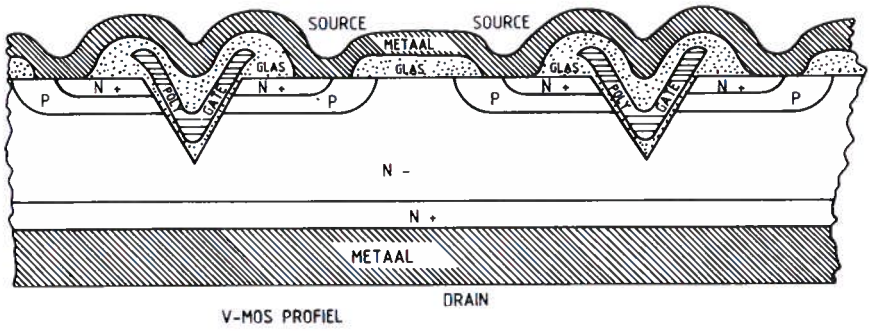
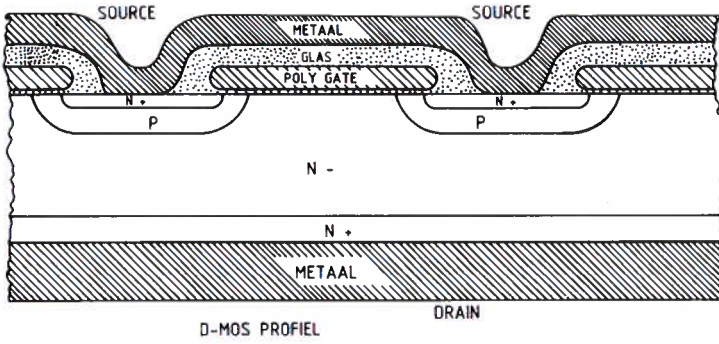


afb. 14. Beveiligingen.



Afb. 15. Vermogens halfgeleiders, Mesa profiel.

POWER-MOS TYPE



afb. 16. Power-MOS typen.

Wel moeten aan- en afschakelen voldoende snel gebeuren, bij voorkeur binnen $0,5 \mu\text{s}$, want tijdens deze perioden is de doorlaatspanning hoog en daarmee ook de dissipatie.

Lit.: Databoeken van Philips, Siemens, Motorola, RCA, Unitrode, Siliconix, Intersil enz.
Unitrode International Semiconductor Databook.

Secundaire gelijkrichting

Het secundaire circuit is gekenmerkt door grote stroomsterkte bij lage spanning. De geleiders hebben een royale doorsnede, de halfgeleider componenten zijn ruim bemeten en de afvlakcapaciteit is uitgevoerd als een batterij grote elco's met een capaciteit van vele duizenden μF . Om hoogfrequente stoorcomponenten met voldoende lage impedantie af te kunnen voeren is parallel aan de elco's veelal een keramische hoogfrequent condensator van geringe capaciteit toegevoegd.

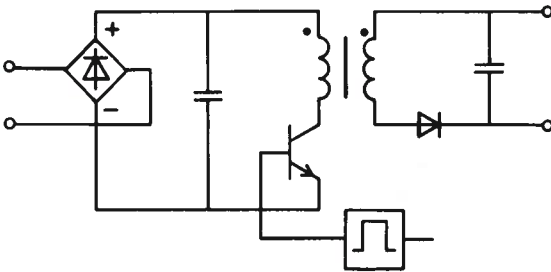
De meestal vrij lage uitgangsspanning laat secundaire gelijkrichting met volle brug niet goed toe. Bij halve brug gelijkrichting is het spanningsverlies eenmaal de diodedoorlaatspanning, bij volle brug is het verlies de dubbele doorlaatspanning.

De gelijkrichtdioden in het secundaire circuit moeten veel stroom kunnen voeren bij een liefst zo laag mogelijke doorlaatspanning; aan de sperspanning worden geen hoge eisen gesteld. Wanneer de uitgangsspanning 15 V of hoger is, vormt de doorlaatspanning van de gelijkrichter geen verliespost van betekenis en is normale gelijkrichting met junctie- of Schottky dioden goed mogelijk. De doorlaatspanning is bij junctiedioden 0,7 tot 1 V, bij Schottky dioden 0,3 tot 0,5 V. De lage sperspanning van Schottky dioden, maximaal 50 V, is in het uitgangscircuit niet bezwaarlijk. Wegens de lage doorlaatspanning worden voor deze toepassing vaak Schottky dioden gebruikt. Ook germaniumdioden worden wegens de lage doorlaatspanning nog vrij veel toegepast.

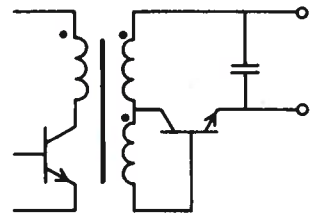
Synchrone gelijkrichting

Voor uitgangsspanningen van de orde 5 V of minder kan de diodedoorlaatspanning het rendement op onaanvaardbare wijze bederven, zelfs de lage doorlaatspanning van Schottky- of germanium dioden kan nog te veel zijn. Een nog lagere doorlaatspanning van de orde 0,1 V is de collector-emitter spanning van een transistor in verzadiging, of de drain-source spanning van een volledig uitgestuurd MOS schakelelement. Voor het gelijkrichten van

zeer lage uitgangsspanningen zijn deze componenten het meest geschikt. Er moet dan wel voor worden gezorgd dat geleiding alleen plaatsvindt tijdens de juiste fase. Daartoe is de transformator aan de secundaire kant voorzien van extra windingen, die voor de stuurspanning (basis- of gate-spanning) in de juiste fase zorgen. In het bijzonder met MOS is verliesarme gelijkrichting goed mogelijk; hoewel de benodigde gatespanning ongeveer 10 V bedraagt, is de besturing zo goed als stroomloos (alleen een geringe capacatieve stroom, het besturingsvermogen is $f C V^2$).



afb. 17a. Gelijkrichting met diode.



afb. 17b. Synchrone gelijkrichting.

Lit.: Unitrode Power Supply Design Seminar.

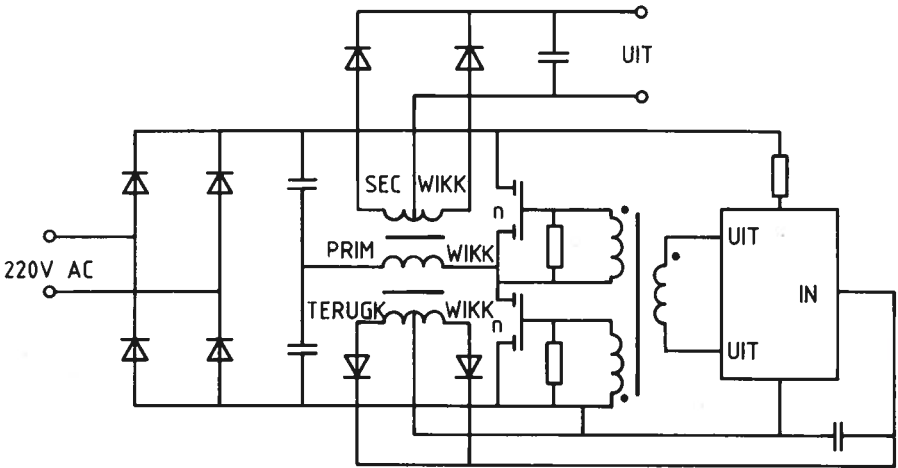
Regelcircuit

Het bijzondere kenmerk van het regelcircuit is dat de terugkoppeling vanuit het secundaire deel via volledige galvanische scheiding moet plaatsvinden en toch voldoende nauwkeurig moet zijn. Dat kan hetzij via trafokoppeling, hetzij via opto-couplers. Voor de pulsbreedteregeling in het primaire circuit bestaan IC's die bestemd zijn om deel uit te maken van het primaire circuit. Deze IC's zijn allermindst kieskeurig wat betreft de voedingsspanning, die mag typisch variëren van 7 tot 40 V. De voeding van het IC vindt meestal plaats vanuit het primaire circuit via een spanningsdeler. De eigen stroombehoefte is enige tientallen mA, de uitgangsstroom enige honderden mA. Een andere mogelijkheid is een IC dat deel uitmaakt van het secundaire circuit en inductief of via opto-couplers de basis- of gate-spanning voor de vermogenstransistor regelt. De meest directe wijze van terugkoppeling is die waarbij de koppeling plaatsvindt via de vermogensspoel, zie afb. 17.

Netfilter en beveiliging (afb. 17)

Ten gevolge van de intermitterende stroombelasting bij hoge werkfrequentie, zou de hoogfrequente terugwerking op het 220 V net tot onaan-

vaardbare stoorsignalen leiden als er geen voorzieningen zouden zijn om deze te onderdrukken. Bij een werkfrequentie van 50 kHz reikt het stoor-spectrum van de grondfrequentie van 50 kHz tot tientallen MHz.



afb. 18.

Een van de maatregelen is aan de netzijde een lekimpedantie aan te brengen die verwaarloosbaar hoog is voor 50 Hz en laagohmig voor 50 kHz en hoger. Een condensator van $1 \mu\text{F}$ geeft bij 50 Hz een capacatieve lekstroom (blindstroom) van 70 mA, dus een blindvermogen van 15 VA. De impedantie bij 50 Hz is 3 kohm. Bij 50 kHz is de impedantie slechts 3 ohm, mits de condensator voldoende inductie-arm is. Voor dit soort toepassingen bestaan speciale ontstoringcondensatoren met een zeer lage parasitaire inductiviteit, zoals de 4-draads condensator en de doorvoercondensator.

Aan de netzijde kan het filter uitgebreid worden met een seriespoeltje om de hoogfrequente storing die de condensator nog overlaat, zo veel mogelijk uit het net te weren. Het netfilter vervult een dubbele functie. Enerzijds moet het de hoogfrequent storing uit het voedingscircuit opvangen en verhinderen dat deze in het net komt, anderzijds beschermt het filter het voedingscircuit tegen hoge stoorspieken, *transients* geheten. De condensator die rechtstreeks over de 220 V aansluiting staat vereist bijzondere aandacht. Een condensator kan defect raken en bij doorslag sluiting geven. Dan moet verhinderd worden dat de kortsluiting zo veel stroom voert dat de toestand

brandgevaarlijk wordt. Daarom moet de condensator aan de netzijde altijd beveiligd zijn met een smeltveiligheid. Hetzelfde geldt voor de gelijkrichtdioden, ook deze kunnen door fatale overbelasting in permanente geleiding komen en zo de beide 220 V geleiders rechtstreeks met elkaar verbinden.

De schakeltransistors en de afvlakcondensator in het primaire circuit zijn rechtstreeks blootgesteld aan hoge stoorspanningen die in het net kunnen voorkomen. Hoewel vermogenshalfgeleiders veel robuuster en grover van bouw zijn dan IC's en laag-vermogen halfgeleiders en daardoor inderdaad veel meer overbelasting kunnen verdragen, is niettemin bescherming tegen spanningspieken zeer gewenst. Ook condensatoren zijn van nature zeer gevoelig voor overspanning.

Voor het beschermen van vermogenschakelingen zijn gasontladingsbuisjes het meest geschikt. De minder gunstige eigenschappen, zoals de ontstekvertraging van ongeveer 1 microseconde en de slecht gedefinieerde ontsteekspanning tellen bij vermogencircuits lang niet zo zwaar als bij meer verfijnde elektronica. De belangrijkste eigenschappen van buisjes zijn de robuustheid, het vermogen om per keer een enorme stoorlading af te voeren, en de lage brandspanning van 10 à 20 V, waardoor de energie per ontlading toch beperkt blijft. Wel geldt de eis dat de houdstroom niet te laag mag zijn, de beveiliging mag niet op de werkstroom in geleiding blijven. Dankzij het feit dat de netspanning een laagfrequente wisselspanning is, kan dat niet gemakkelijk gebeuren.

(Wordt vervolgd)

Tele-educatie

De dubbelrol van Memocom

R. Scholma

Computer Ondersteunend Onderwijs

Op 5 januari 1987 startte een halfjaar durende proefneming met een vorm van onderwijs die in de (nabije) toekomst zeker zal bijdragen aan het op efficiënte wijze ontwikkelen en bijhouden van onderwijs en kennis in de samenleving. Dit proefproject wordt aangeduid met de benaming Tele-educatie en heeft betrekking op cursussen van de Open Universiteit. Het Directoraat Informatie Diensten en Systemen (DIDS) vervult in dit proefproject een adviserende rol m.b.t. de toe te passen infrastructuur en diensten. De Tele-educatie infrastructuur alsmede de in dit project toegepaste Electronic Mail dienst (Memocom) worden door PTT Telecommunicatie geleverd. Deskundigen van het genoemde Directoraat werken in dit project samen met Philips, Kluwer en de Open Universiteit. Dit artikel informeert de lezer over Tele-educatie en de uitvoering hiervan met de reeds bestaande infrastructuur en toegepaste Memocom dienst. Deze dienst speelt in dit project een dubbel rol: die van postbus (electronic mail) en die van doorgeefluik (file transferfunctie).

Wat is Tele-educatie?

Tele-educatie is een onderwijsvorm met behulp van computers. Een dergelijke vorm van onderwijs wordt ook wel Computer Ondersteunend Onderwijs (COO) genoemd. Op zich niet zo'n revolutionair gebeuren, ware het niet dat hier sprake is van onderwijs op afstand.

In tegenstelling tot het schriftelijk onderwijs, een vertrouwde vorm van onderwijs op afstand, maakt Tele-educatie gebruik van een PTT-infrastructuur, waardoor het voor de aan dit project deelnemende Open Universiteit studenten mogelijk is om m.b.v. de Personal Computer (PC):

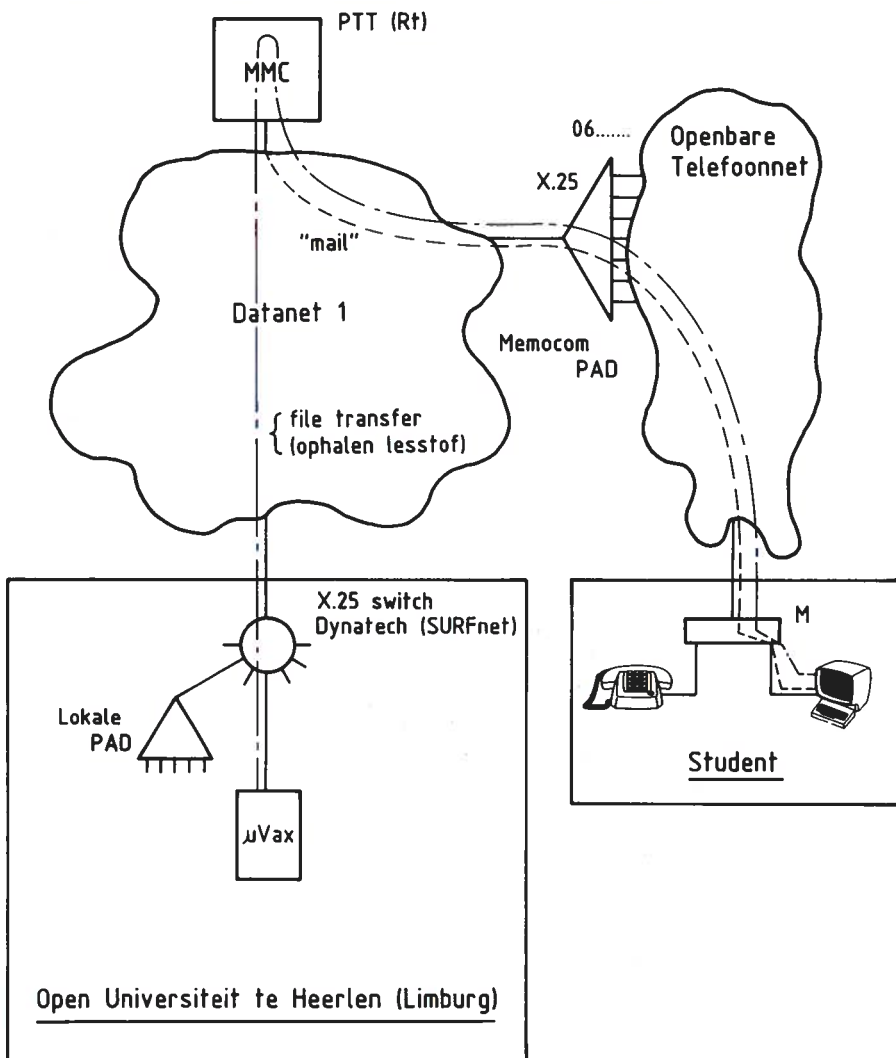
- op ieder gewenst moment de lesstof via elektronische weg in huis te halen;
- vragen op te slaan in Memocom;
- antwoorden op te halen vanuit Memocom;
- gegevens tussen studenten onderling, direct, uit te wisselen via Memocom.

Hoe werkt Tele-educatie?

Vragen stellen en onderlinge communicatie

Afb. 1 geeft een schematisch overzicht van de infrastructuur. Bij de studenten en studiebegeleiders wordt door PTT een standaard telefoonaansluiting geïnstalleerd.

De door Philips beschikbaar gestelde MSX-computer wordt via een modem op het openbare telefoonnet aangesloten. De student kiest met een 06-nummer via het openbare telefoonnet in op de Memocom PAD. Deze Me-



afb. 1. Netwerk Tele-educatie.

mocom PAD (Packet Assembler Disassembler) verzorgt de X.25-interface zodat Memocom via het openbare pakket-geschakelde Datanet 1 kan worden aangesproken. De student kan eventuele vragen rechtstreeks opslaan

in Memocom, waaruit ze door de studiebegeleider op een later tijdstip worden opgehaald ter beantwoording. De antwoorden worden door de studiebegeleider ook in Memocom opgeslagen, waarna de student deze ophaalt en verwerkt. Zijn er op éénzelfde moment meer studenten „on line”, dit wil zeggen dat zij op hetzelfde moment via Memocom werken, dan kunnen de studenten m.b.v. een bepaald commando d.m.v. Memocom direct onderling elektronisch communiceren.

Het ophalen van lesstof (file transfer)

Studenten kunnen via de infrastructuur en m.b.v. Memocom op ieder gewenst moment lesstof bij de Open Universiteit in Heerlen ophalen en in hun *PC laden*. Via de eerder beschreven handelingen kunnen zij hun weg kiezen naar de microvax van de Open Universiteit (een communicatiemachine) waaruit zij de lesstof kunnen ophalen. Er is hier sprake van file transfer. De microvax in Heerlen is d.m.v. een X.25-switch aangesloten op het Datanet 1 waardoor de communicatie tussen studenten en de Open Universiteit kan worden gerealiseerd.

De hardware (apparatuur)

De PC's worden ter beschikking gesteld door Philips en zijn van het MSX-type; daarnaast wordt een aantal MS-DOS PC's van IBM toegepast. Er zijn 50 PC's van het MSX-type en 10 van het MS-DOS-type. De student beschikt per PC over:

- een intern geheugen van 128 K Ram;
- een disc drive;
- een kleurenmonitor;
- een printer;
- een kettingformuliereninrichting;
- een modem (voor aansluiting op het openbare telefoonnet).

De software (het programma) bestaat uit het zogenaamde Kermit-pakket, een voor onderwijsdoeleinden ontwikkelde programmatuur waarmee in file transfer kan worden voorzien. Twee studiebegeleiders zijn met MSX-machines uitgerust. Een overzicht van de totale MSX-apparatuurinzet ziet er als volgt uit:

- 52 MSX-computers;
- 52 kleurenmonitors;
- 52 printers;

-
- 52 kettingformuliereninrichtingen;
 - 52 modems met respectievelijk snelheden van:
 - 1200-1200 bit/sec.,
 - 300- 300 bit/sec.,
 - 1200- 75 bit/sec.;
 - voorzieningen voor de computercode ASCII waardoor communicatie met Memocom mogelijk is;
 - Kermit-software t.b.v. file transfer.

De kosten

Het benodigde geld voor dit project bedraagt 1,56 miljoen gulden. Het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen (O. & W.) draagt f 560.000,— bij. De overige 1 miljoen gulden is afkomstig van de samenwerkende partners PTT, Kluwer, Philips en de Open Universiteit. Gelet op de ontwikkelingen in de samenleving is de investering verantwoord. Het onderwijs moet tenminste gelijke tred kunnen houden met de technologische ontwikkeling zeker in een tijd dat overheid, industrie en bedrijfsleven grote behoefte hebben aan bekwaam en deskundig personeel. De landen die worden overspoeld door de derde golf (de overgang van industriële naar dienstverlenende maatschappij) erkennen alom een achterstand in hun opleidingsmogelijkheden. Er moeten wereldomvattende stappen worden ondernomen om te voorkomen dat deze achterstand groter wordt; sterker nog, de ontwikkeling moet erop gericht zijn dat er wordt ingehaald. Het bewijs dat PTT als marktgerichte organisatie niet aan dienstverlening inboet wordt geleverd door de rol van PTT in het Tele-educatieproject.

De toekomst

Tele-educatie staat in de kinderschoenen en het is te hopen dat het kind snel volwassen wordt. Personeelsleden van bedrijven moeten hun kennis snel kunnen *up-daten*. Tele-educatie kan letterlijk aan die behoefte voldoen. Dat aan de vraag naar snelheid is voldaan bewijzen de feiten. De voorbereidingsfase startte slechts een half jaar geleden en het experiment wordt binnen de termijn van een half jaar afgerond. Indien de evaluatie van de proef een positief beeld geeft zal Tele-educatie verder worden uitgebreid. In principe komen dan duizenden Open Universiteit-studenten voor deze onderwijsvorm in aanmerking.

Mocht het proefproject onverhoopt mislukken, dan hebben de deskundigen van DIDS in ieder geval voldoende ervaring opgedaan om de bedrijfsleiding

van PTT te adviseren hoe een dergelijk project kan bijdragen aan de opleidingsbehoeften van zowel de Posttak als de Telecommunicatietak in onze veranderende organisatie.

Tot besluit

Onderwijs per computer wordt een vertrouwd beeld in onze samenleving. Bezuinigingen in het onderwijs roepen bij velen weerstand op omdat de geldende mening luidt dat daardoor het onderwijs in kwaliteit achteruit gaat. Toch blijkt dat zich binnen het onderwijs een onverwachte creativiteit ontwikkelt. Onderwijsinstellingen en -organisaties zien zich door omstandigheden gedwongen het rendement van bestaande middelen te verhogen. Ook richten zij zich meer commercieel op de markt en zoeken samenwerkingsverbanden met overheid, industrie en bedrijfsleven. Het zijn de samenwerkingsverbanden die bijdragen aan het behoud van de onderwijskwaliteit en de verhoging daarvan. Het SURF-project (**S**amenwerking **U**niversitaire **R**ekencentra **F**aciliteiten) is zo'n voorbeeld van een samenwerkingsverband. PTT speelt ook in dit project een belangrijke rol. Het is daarom dat in maart 1987 een artikel over die rol van PTT in het SURF-project verschijnt. De redactie heeft hiervoor een auteur binnen DIDS bereid gevonden om dit artikel te schrijven. Het mag de lezer duidelijk zijn dat PTT meer doet dan de telefoon bij u thuis.

Met dank aan ing. Willem Ouwens (DIDS) voor zijn waardevolle suggesties bij het tot stand komen van dit artikel.

N.B. Een artikel over het Datanet 1 verscheen eerder in het Studieblad PTT, 1981, jaargang 36, blz. 241-249.

Terugkijken op ver zien: televisietechniek van 1936 tot 1986 (1)

K. Teer*

Televisie-kijken doen we allemaal. De een meer dan de ander; het medium speelt een rol in ieders leven. De techniek die daar achter steekt interesseert menig Studiebladlezer.

Een deskundige beschouwing over de ontwikkeling van de televisietechniek in de laatste vijftig jaar, zal ongetwijfeld veler belangstelling hebben.

Wij bieden de lezer het navolgende artikel aan dat eerder verscheen in Philips Technisch Tijdschrift jaargang 43, nr. 2/3/4, juli 1986, onder dankzegging aan de redactie voor de toestemming tot overname.

Philips Technisch Tijdschrift (ISSN 0165-5965) wordt uitgegeven door het Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, en is gewijd aan onderzoekingen, werkwijzen en produkten van laboratoria en fabrieken, behorende tot of samenwerkende met ondernemingen van het Philips-concern. In de artikelen worden hiermee samenhangende technische problemen met hun fysische of chemische achtergrond behandeld. Het tijdschrift richt zich bij de behandeling van de zeer uiteenlopende onderwerpen zowel tot de specialist alsook tot de algemeen technisch of fysisch geschoolde maar niet in het onderwerp gespecialiseerde lezer.

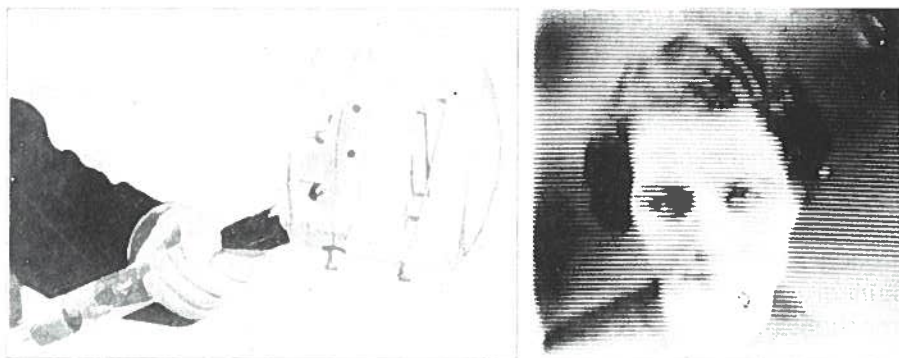
Inleiding

Televisie is een boeiende aangelegenheid met een interessante, rijke historie. Een historie die onder meer duidelijke technische, programmatische, omroeporganisatorische en sociologische aspecten heeft. In dit artikel gaat het om een deel van die historie en wel met name over:

- een deel van de tijd: de laatste vijftig jaar,
- een deel van het wezen: de technische kant, en
- een deel van de gebeurtenissen: de oplossing van de principiële vraagstukken.

Dit betekent dat er sprake zal zijn van de essentie van de vraagstelling en het fundamentele van de aanpak, waarmee het accent sterk op het initiële traject van de techniek (dat van uitvinding en werkend model) zal liggen. Dientengevolge zullen het ontwikkel talent, het fabricagevermogen, de commerciële durf en de industriële visie, die evenzeer nodig zijn geweest om televisie tot een succes te maken, niet of nauwelijks ter sprake komen. Door de beperking tot de techniek geldt dat overigens ook voor het talent van artiesten, programmamakers, omroepbestuurders, mediaministers en niet te vergeten de betrokkenheid van enkele miljarden kijkers. Dit artikel is dan ook niet een alles omvattende historische verantwoording maar een selectief speurende terugblik.

* Dr. ir. K. Teer, oud-directeur van het Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven.



afb. 1. Linksboven: Iconoscoop van Zworykin; hierin werd voor het eerst het fotografisch sluitersprincipe van de mechanische aftasting vervangen door een elektronische „schakelaar” – een elektronenstraal afkomstig van een gloeikathode (linksonder) – die de beeldelementen op de lichtgevoelige plaat (rechts in de grote glazen ballon) achtereenvolgens met de rest van het televisiesysteem doorverbindt. Rechtsboven: Beeld bestaande uit 90 lijnen en verkregen met een iconoscoop; al vrij snel werden overigens grotere lijnaantallen toegepast, waardoor de beeldkwaliteit aanzienlijk verbeterde.

De drie basisproblemen van televisie

Summiere overdenking van het televisieprobleem onder referentie aan radio- en filmtechniek is voldoende om tot de conclusie te komen dat er drie markante stappen zijn: het opnemen, het overdragen en het weergeven. Deze willen we achtereenvolgens aan een nadere beschouwing onderwerpen.

Het opnemen

Bij het opnemen dient de tweedimensionale tijdafhankelijke grootheid *beeld* vertaald te worden in een elektrisch signaal dat van nature één dimensionaal is. Reeds in de vorige eeuw was daarvoor door Nipkov een mechanisch aftastprincipe in combinatie met het foto-elektrische effect als oplossing voorgesteld. Door de aftasting wordt het beeld omgezet in een reeks van beeldpunten, in de huidige terminologie beeldelementen (*pixels*) genoemd. Van elk beeldelement wordt tijdens de aftasting via het foto-elektrische effect, belichaamd in een foto-elektrische cel, het gereflecteerde of het doorgelaten licht gemeten.

In de iconoscoop van Zworykin, uitgevonden in 1923, werd de beeldaftasting ontdaan van mechanische starheid en traagheid door een elektronenbundel te gebruiken voor het aftasten van een foto-elektrische plaat waar het beeld in zijn geheel op werd geprojecteerd (afb. 1). Erg belangrijk daarbij was dat het foto-elektrische effect nu bij elk beeldelement voortdurend

werkzaam was en niet alleen maar – zoals bij de Nipkov-schijf – gedurende de korte tijd dat een beeldelement werd afgetast ¹⁾). Voorwaarde voor correcte werking van dit principe is een goede onderlinge elektrische isolatie van de beeldelementen op de foto-elektrische plaat.

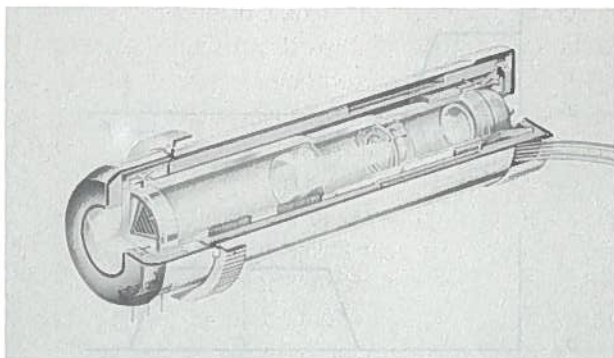
Het aftasten met een elektronenstraal van een lichtgevoelige plaat waarvan de werking berust op foto-emissie, is een ingewikkeld proces wat betreft elektronenbanen, secundaire emissie en terugval van geëmitteerde elektronen. Dat betekent dat er vele afwijkingen van het theoretische ideaal kunnen optreden; het betekent echter ook dat er vele extra elektronenmechanismen kunnen worden bedacht om het gehele proces beter te laten functioneren. Een voorbeeld daarvan is het toepassen van een extra secundaire emissie zoals die werd ingevoerd bij de opvolgers²⁾ van de iconoscoop: de beeld-iconoscoop³⁾ en het beeld-orthicon (voor het eerst beschreven in respectievelijk 1939 en 1946). Bij beide wordt de lichtgevoelige plaat (de zgn. fotokathode) niet direct afgetast, maar langs elektronenoptische weg geprojecteerd op een tweede trefplaat; de daar optredende secundaire emissie levert een versterkt ladingsbeeld dat voor aftasting beschikbaar is.

Een alternatief voor foto-emissie als basis voor signaalvorming is fotogeleiding. Dat werd voor het eerst door RCA geïntroduceerd in 1950 om de complexiteit van de secundaire versterking en aftasting met elektronen met hoge snelheid te elimineren. Door een grotere gevoeligheid was het toepassen van secundaire emissie overbodig. Voorts kon met een aanzienlijk eenvoudiger ladingsvereffeningsproces ter plekke van de aftasting worden gewerkt.

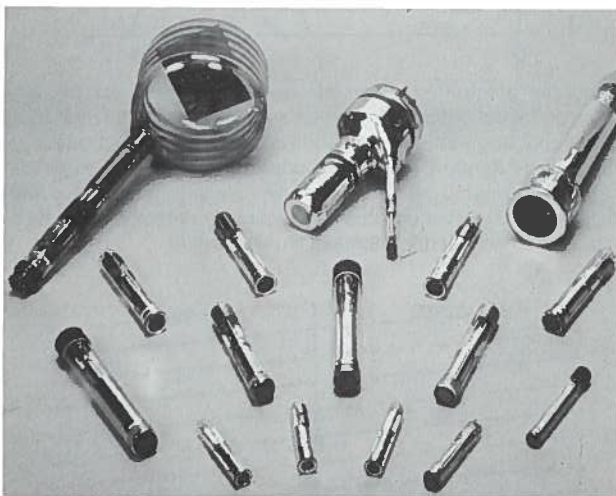
De moeilijkheden verplaatsten zich daarbij echter wel naar bijzondere hebbeligheden van de fotogeleidende laag, die de beoogde beeldkwaliteit aanmerkelijk in de weg stonden. Toen deze in het Philips laboratorium voor lagen op basis van loodoxide – in plaats van het bij RCA gangbare antimoonsulfide⁴⁾ – overwonnen waren, kwam er een kleine simpele opneembuis (afb. 2 en 3), de Plumbicon-buis, beschikbaar⁵⁾. Deze was vrij van parasitaire effecten (zoals schaduwbeelden, vegen, verblinding en verzadiging) en had een reproduceerbare lineaire licht/signaal-karakteristiek en een zeer grote lichtgevoeligheid. Deze eigenschappen zijn van essentieel belang bij de kleurentelevisie-opnametechniek, die later in dit artikel nog ter sprake zal komen.

Het overbrengen

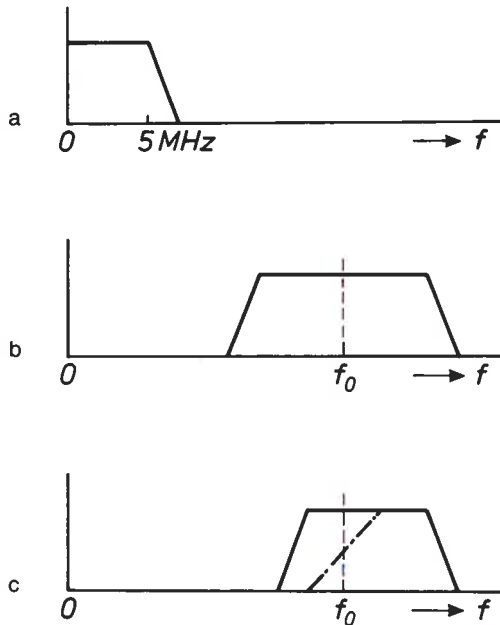
De transmissie van televisiesignalen via ether of kabel onderscheidt zich niet wezenlijk van de transmissie van geluidssignalen, afgezien van een



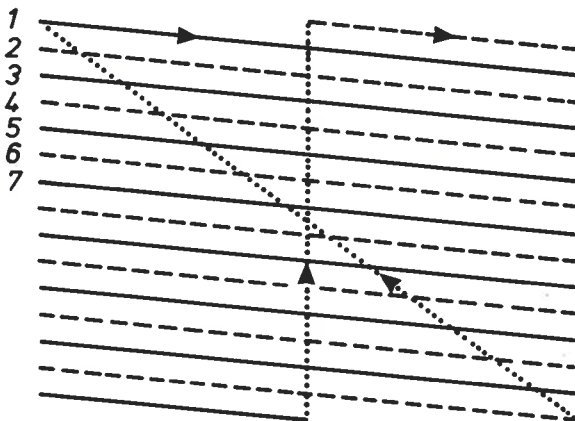
afb. 2. Televisie-opneembuizen ondergaan tot op de dag van vandaag nog steeds verbeteringen: deze opengewerkte tekening toont een moderne Plumbicon-buis (type XQ 4187). Hierin wordt met een elektronenstraal een ladingspatroon (links) afgetast. De afmeting van dat patroon in diagonale richting bedraagt slechts 1,1 cm. De totale buis is 7,8 cm lang.



afb. 3. Terwijl de afmetingen van de televisie-opneembuizen almaar kleiner werden, werden de eigenschappen almaar beter. Hier ziet men op de bovenste rij van links naar rechts achtereenvolgens een iconoscoop en een beeldorthicon. Daaronder volgt een grote variëteit aan opneembuizen: eerst een rij met vier vidicons, dan een rij met vijf Plumbicon-buizen en tenslotte een rij met opnieuw vier vidicons.



afb. 4. a) Het frequentiespectrum van een televisiesignaal strekt zich uit van nul tot enkele megahertzen. b) Bij de meest bekende vorm van amplitudemodulatie (dubbelzijbandmodulatie) op een draaggolf met frequentie f_0 verdubbelt de benodigde bandbreedte. c) Om met een geringere bandbreedte te kunnen volstaan, zonder een al te gecompliceerde ontvanger te vereisen, wordt bij TV één zijband geheel en de andere slechts gedeeltelijk overgezonden. Met behulp van een filter in de ontvanger vóór de eigenlijke detector wordt hieruit een zuiver restzijbandgemoduleerd signaal (streep-stippellijn) verkregen²⁾.



afb. 5. Bij geïnterlineerde aftasting worden beurtelings alle oneven (hier getrokken) beeldlijnen en alle even (hier gestreepte) beeldlijnen afgetast. Er ontstaan daardoor twee halve beelden of rasters, die samen één beeld vormen.

aanzienlijk kwantitatief verschil. Een televisiesignaal vereist bij enkele honderden lijnen per beeld en enkele tientallen beelden per seconde een bandbreedte die ruwweg duizendmaal groter is dan die van een geluidssignaal: megahertzen tegenover kilohertzen. Het lag daarom voor de hand om voor de transmissie amplitudemodulatie te kiezen, waarbij bovendien de bandbreedte zoveel mogelijk tot één zijband werd beperkt (afb. 4).

Voorts werd het principe van interliniëring (afb. 5) ingevoerd, waarmee de vereiste bandbreedte ten naaste bij met een factor 2 kan worden verkleind. Dit principe houdt in dat men 25 beelden (in het Europese systeem) die per seconde worden opgenomen en weergegeven, in de vorm van 50 halve beelden (*rasters*) uitzendt, in die zin dat beurtelings alleen de oneven of alleen de even lijnen worden afgetast. De kijker is perceptief sterk ertoe geneigd om twee opeenvolgende halve beelden van $312\frac{1}{2}$ lijnen (in het Europese systeem) als een geheel beeld van 625 lijnen te interpreteren. Door de interliniëring wordt de beeldflicker voor de kijker tot een aanvaardbaar niveau teruggebracht, hoewel de parasitaire visuele effecten niet geheel afwezig zijn. De uitgezonden hoeveelheid informatie per seconde is uiteraard maar de helft vergeleken met de situatie van 50 volledige beeld-aftastingen per seconde.

Juist omdat deze ingreep de kijker eigenlijk minder geeft dan hem toekomt, is het een enigszins frustrerende gedachte dat hem anderszins veel meer wordt toegezonden dan hij strikt nodig heeft. De beeldinhoud vertoont namelijk gemeenlijk zoveel fragmenten met sterke correlatie naar plaats en tijd dat van frequente herhaling van het reeds uitgezondene en daarmee van een ongehoorde verspilling van transmissiecapaciteit kan worden gesproken.

Helaas is het niet eenvoudig om de situatie door een efficiëntere werkwijze te verbeteren, hoewel er een verschil in overgezonden en feitelijk benodigde hoeveelheid informatie van een factor honderd aannemelijk kan worden gemaakt. Het probleem heeft in de loop der jaren veel aandacht gekregen⁶⁾, maar voorgestelde efficiëntere technieken hebben vooralsnog niet tot echte toepassing geleid.

De grote bandbreedte van beeldsignalen noopt bij modulatie tot het kiezen van een dienovereenkomstige hoge draaggolffrequentie (boven de 40 MHz). Bij deze frequenties vindt golfvoortplanting in de aardse atmosfeer praktisch plaats volgens een rechte lijn, zodat een zender niet veel verder reikt dan de horizon. Dat maakt bij een verzorgingsgebied van enige afmetingen al gauw het gebruik van een groot aantal steunzenders noodzakelijk. Bovendien wordt hierdoor voor TV de concurrentiepositie van de kabel ten opzichte van de ether sterker dan bij de geluidsomroep.

Noten

- 1) J. van der Mark, Een experimentele televisiezender en -ontvanger, Philips Techn. T. 1, 16-21, 1936.
- 2) F. Kerkhof en W. Werner, Televisie, 2de druk, Meulenhoff, Amsterdam, 1954; D. G. Fink (red.), Television engineering handbook, MacGraw-Hill, New York 1957.
- 3) P. Schagen, H. Bruining en J. C. Francken, De beeldiconoscoop, een opneembuis voor televisie, Philips Techn. T. 13, 81-85, 1951.
- 4) P. K. Weimer, S. V. Forgue en R. R. Goodrich, The vidicon – photoconductive camera tube, RCA Rev. 12, 306-313, 1951.
- 5) E. F. de Haan, A. van der Drift en P. P. M. Schampers, Het „Plumbicon”, een nieuwe televisie-opneembuis, Philips Techn. T. 25, 277-295, 1963.
- 6) K. Teer, Some investigations on redundancy and possible bandwidth compression in television transmission, proefschrift, Delft 1959. Ook verschenen in: Philips Res. Rep. 14, 501-556, 1959 en 15, 30-96, 1960.

(Wordt vervolgd)